

**DÉPARTEMENT D'ÉCONOMIQUE**  
Faculté des Lettres et Sciences Humaines  
**Université de Sherbrooke**

**IMPACTS DES CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES ET RÉGLEMENTAIRES  
SUR LES DÉCISIONS D'INVESTISSEMENT DES OPÉRATEURS HISTORIQUES  
EN TÉLÉCOMMUNICATIONS**

Par  
**RUFIN RATIME**

Sous la direction du Professeur  
**Paul Makdissi**

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ**  
Pour obtenir  
**LA MAÎTRISE ÈS SCIENCES (ÉCONOMIQUE)**

*I-2061*

Sherbrooke  
2003



Library and  
Archives Canada

Bibliothèque et  
Archives Canada

Published Heritage  
Branch

Direction du  
Patrimoine de l'édition

395 Wellington Street  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada

395, rue Wellington  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada

*Your file    Votre référence*

*ISBN: 0-612-94896-X*

*Our file    Notre référence*

*ISBN: 0-612-94896-X*

The author has granted a non-exclusive license allowing the Library and Archives Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque et Archives Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

---

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms may have been removed from this thesis.

Conformément à la loi canadienne sur la protection de la vie privée, quelques formulaires secondaires ont été enlevés de cette thèse.

While these forms may be included in the document page count, their removal does not represent any loss of content from the thesis.

Bien que ces formulaires aient inclus dans la pagination, il n'y aura aucun contenu manquant.

**Canada**

## **Composition du jury**

Paul Makdisi  
Mario Fortin  
Marc Roberge

Titre du mémoire :

**Impacts des changements technologiques et réglementaires sur les décisions  
d'investissement des opérateurs historiques en télécommunications**

Présenté par :

Rufin Ratime

Ce mémoire a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Paul Makdisi  
Mario Fortin  
Marc Roberge

Directeur de recherche

Paul makdisi

Département d'économie, FLSH

## Résumé

Dans ce mémoire, nous avons analysé les différents effets que les changements technologiques et réglementaires ont sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques intervenant sur le marché des télécommunications. Nous avons constaté au terme de cette étude, que la littérature théorique et les études empiriques restent partagées en ce qui concerne l'intensité des impacts des changements technologiques sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. En effet, le foisonnement technologique dû aux progrès technologiques crée une certaine incertitude dans l'industrie. Par conséquent, leur impact sur les décisions d'investissement peut être positif ou négatif selon que la technologie soit plus ou moins risquée. Lorsque la technologie est innovatrice, les opérateurs historiques courent le risque qu'elle ne rencontre pas la demande anticipée. Dans ce cas, ils investissent plus à court terme et moins à long terme. Lorsque la technologie permet aux opérateurs historiques d'améliorer leur réseau existant, ils investissent plus. En prenant le taux de numérisation du réseau comme indicateur des changements technologiques, nous avons trouvé qu'il existe une corrélation négative entre les changements technologiques et les décisions d'investissement des opérateurs historiques. Ce qui signifie que plus les réseaux des opérateurs historiques sont numérisés, moins ils investissent. Quant à ce qui concerne les changements réglementaires, la littérature à quelques critiques près, soutient que la réglementation par le taux de rendement incite les opérateurs historiques à augmenter leurs investissements tandis que la réglementation initiative représentée par le plafonnement des prix et appliquée dans un marché ouvert a un effet ambigu. Les opérateurs historiques, en plus d'être confrontés à la concurrence, doivent également s'accommoder à la réglementation, ce qui est de nature à augmenter le niveau général de risques auxquels ils doivent faire face. La littérature reste partagée sur l'intensité de l'impact que la réglementation par le plafonnement des prix a sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. Elle soutient néanmoins que l'intensité des impacts est étroitement liée à la façon dont cette réglementation est appliquée. Cependant, à partir des données recueillies sur un panel d'opérateurs historiques nos analyses empiriques

nous amènent à dire que la réglementation par le taux de rendement aussi bien que la réglementation initiative ont des impacts positifs sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Impact de la technologie sur les décisions d'investissement de l'opérateur historique en télécommunications</b>	<b>8</b>
1.1	Technologie . . . . .	9
1.2	Les impacts . . . . .	18
<b>2</b>	<b>Impacts des différents types de réglementation sur les investissements</b>	<b>31</b>
2.1	Réglementation par le taux de rendement . . . . .	32
2.1.1	Les implications de la réglementation par le taux de rendement .	33
	Sur-investissement . . . . .	33
	Sous-investissement . . . . .	38
2.2	Réglementation par plafonnement des prix . . . . .	41
2.3	<i>Le benchmarking, le yardstick regulation</i> . . . . .	47
2.4	Stratégie d'investissement . . . . .	50
2.5	Modèle de Biglaiser et Ma (1999) . . . . .	54
<b>3</b>	<b>Méthodologie</b>	<b>67</b>
3.1	Les données . . . . .	68
3.1.1	Description des Variables . . . . .	68
3.2	Choix du modèle et des méthodes d'analyse . . . . .	89
3.2.1	Modèle de Greenstein, et al (1995) . . . . .	90
3.2.2	Modèle de Wallsten (2001a) . . . . .	91
3.2.3	Modèle de Boylaud et Nicoletti (2001, 2000) . . . . .	93
3.3	Modèle . . . . .	94
3.3.1	Méthodes d'estimation . . . . .	95
	Modèle à effets fixes . . . . .	97
	Modèle à effets aléatoires . . . . .	101

3.4 Résultats attendus .....	107
3.5 Résultats de l'analyse empirique.....	112
Annexes	120
Références	156

# Table des figures

0-1	Forme de la fonction de coût dans les télécommunications . . . . .	7
1-1	Capacité de transmission de la fibre optique depuis trente ans . . . . .	15
1-2	Indices boursiers : secteur des télécommunications . . . . .	27
3-1	Investissements moyens des opérateurs historiques . . . . .	70
3-2	Évolution du taux moyens de lignes principales numériques . . . . .	72
3-3	Relation entre les investissements et le taux de numérisation . . . . .	73
3-4	Ebitda des opérateurs historiques (en millions de dollars US) . . . . .	75
3-5	Évolution des investissements par rapport aux Ebitda . . . . .	76
3-6	PIB nominal moyen par habitant (en milliers de dollars US) . . . . .	79
3-7	Évolution des investissements par rapport au PIB par habitant . . . . .	80
3-8	Évolution de la télédensité (en unité) . . . . .	82
3-9	Évolution des investissements par rapport à la télédensité . . . . .	83
3-10	Nombre moyen d'opérateurs historiques sous le PP et sous TR . . . . .	86
3-11	Évolution des investissements par rapport au nombre d'OH réglementés par le PP . . . . .	87
3-12	Évolution des investissements par rapport au nombre d'OH réglementés par le TR . . . . .	88



# Liste des tableaux

1.1	Capacité des différentes technologies de télécommunications. . . . .	12
1.2	Capacité de transmission des différents supports de télécommunications .	13
1.3	Évolution de la capacité de transmission de la large bande aux États-Unis, de 1996 à 2001. . . . .	14
1.4	Déploiement de la technologie ADSL par les opérateurs historiques en Europe en 2001. . . . .	21
1.5	Quelques acquisitions de licences UMTS par les opérateurs historiques européens en 2000. . . . .	24
2.1	Récapitulatif des impacts de la réglementation sur les décisions d'investis- sement . . . . .	65
3.1	Récapitulatif des effets attendus . . . . .	111
3.2	Résultats d'estimation par la méthode à effets aléatoires . . . . .	116
3.3	Résultats d'estimation par la méthode à effets fixes . . . . .	117
3.4	Effets des changements technologiques et réglementaires entre 1996 et 2001	118
3.5	Description statistique des investissements . . . . .	122
3.6	description statistique des données relatives aux variables explicatives . .	124

# Introduction

Les télécommunications constituent l'un des secteurs de l'économie mondiale qui ont subi depuis le milieu des années 1980, les transformations les plus profondes. La rapide progression technologique et les réglementations accrues du secteur ont contribué à cette métamorphose. Pendant des décennies, il n'a pas existé, à proprement parler, d'activité économique de réseaux de télécommunications en dehors de monopoles publics constitués, il n'a non plus existé de système ouvert dans la majeure partie du monde à l'exception de AT&T aux États-Unis et au Canada. L'absence de la concurrence a été motivée par l'existence des coûts fixes élevés dans plusieurs parties du réseau dont la duplication n'était ni profitable pour les opérateurs privés ni socialement souhaitable. Ainsi, l'industrie des télécommunications a été considérée comme un monopole naturel. Aujourd'hui, les progrès technologiques considérables qui ont émergé dans cette industrie, permettent d'offrir à moindres coûts une variété de produits et de services à bas prix tout en réduisant significativement les coûts marginaux d'exploitation<sup>1</sup>. Des services peu variés constitués des Plain Old Telephone System (services point à point, le téléphone, le télégraphe et le telex), offerts par les monopoleurs à travers les paires torsadées de fils de cuivre, le monde est passé aux réseaux numériques intelligents de grande capacité qui permettent de multiplier et de diversifier les produits et les services. De même, la nature des équipements dans l'industrie se modifie : téléphonie mobile, réseau au protocole Internet (IP), systèmes de fonctionnalité faisant appel aux progiciels. Outre le secteur de la téléphonie locale, la rude concurrence a réduit le monopole des opérateurs historiques<sup>2</sup>. L'émergence de nouveaux concurrents, notamment des compagnies de logiciel, des fournisseurs de services et d'équipement d'information, les médias, les collectivités locales ou des propriétaires d'infrastructures (électricité, gaz, eau, chemin de fer)<sup>3</sup> qui peuvent

---

<sup>1</sup>Laffont et Tirole (2000) ; Calvin et Jeffrey (1993).

<sup>2</sup>On appelle opérateur historique, un opérateur national d'origine qui avait le monopole avant la libéralisation du secteur des télécommunications.

<sup>3</sup>Laffont et Tirole (2000).

étendre des câbles de télécommunications le long de leur réseau, force les opérateurs historiques à sortir de la léthargie. On réalise donc que l'effet conjugué de l'ouverture du marché des télécommunications et des changements technologiques n'est pas resté sans impact sur les comportements des opérateurs historiques. Par ailleurs, les changements observés sont survenus dans un contexte où la plupart des opérateurs historiques avaient achevé leur plan d'équipement de base sur leur territoire en téléphonie fixe et effectué la majeure partie des investissements correspondants. Dans ce nouveau climat économique, les opérateurs historiques devenus des opérateurs concurrents ne peuvent plus se permettre le laxisme qui caractérise si souvent la gestion de l'industrie. Alors réinventer l'industrie par de profonds changements de comportement devient une évidence pour les opérateurs historiques afin de confronter sur une base de coûts et d'efficacité leurs nouveaux concurrents. Pour faire face à la nouvelle donne du marché et devant l'obsolescence des infrastructures existantes, l'acquisition des équipements de la nouvelle technologie semble incontournable pour les opérateurs historiques. Or, sous le poids de leurs dettes<sup>4</sup>, les opérateurs historiques semblent avoir des difficultés financières à s'adapter au nouveau contexte de marché. Cependant, malgré les dettes énormes et la baisse significative de leurs marges bénéficiaires sur tous les segments de marché, ces derniers détiennent encore la grande partie du marché des télécommunications<sup>5</sup>. Notre recherche consiste à analyser comment les opérateurs historiques se comportent en terme d'investissement dans le nouveau contexte de marché dans lequel ils évoluent. Par investissements, nous nous référons aux achats, aux installations et à la maintenance des structures et des

---

<sup>4</sup>Selon le journal BusinessWeek du 1 mai 2002, la dette de l'opérateur AT&T s'élèverait à 15 milliards de dollars US et serait beaucoup moins élevée que celle de WorldCom alors que l'accès au large bande exigerait 70% de ses investissements requis pour mettre une infrastructure numérique à la disposition du consommateur. En 2001, la dette en milliards d'euro de France Télécom s'élevait à 61, 56,1 pour Deutsche Telekom, 27 pour Telefonica, 44,9 pour British Telecom, 21,9 pour KPN, 19 pour Telecom Italia (ABN Amro.). L'opérateur Bell aux États-Unis, dont les dettes sont estimées à 112,7 milliards de dollars US en 2002, voit ses projets d'investissement compliqués par la baisse de ses revenus. Tous ces opérateurs historiques à l'instar de NTT (Nippon Telephone and Telegraph) en ne citant que ceux-là, seraient confrontés à des problèmes graves de rentabilité.

<sup>5</sup>L'Union Internationale des Télécommunications mentionne dans son rapport 2002, que les opérateurs historiques ont investi plus de 200 milliards de dollars EU soit dix fois plus que les dix dernières années (UIT, 2002).

équipements de télécommunications (installation des câbles fibre optique et de l'équipement xdsl sur les noeuds de cuivre). Nous utiliserons parfois ce terme pour désigner le stock de capital. De plus, dès lors que l'on soupçonne une certaine complémentarité au niveau des impacts des changements technologiques et réglementaires sur les comportements en matière de décisions d'investissement adoptées les opérateurs historiques, une question fondamentale se pose aujourd'hui ; c'est de savoir l'ampleur de chacun de ces impacts. Ce sont là des questions auxquelles nous allons à travers notre recherche tenter d'apporter des éléments de répondre.

Plusieurs études théoriques et empiriques ont été menées par différents auteurs pour essayer de dégager l'impact des différents régimes de réglementation sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques (Averch et Johnson, 1962 ; Joskow, 1973 ; Armstrong, 1998). Selon certains auteurs, la réglementation par le taux de rendement appliquée à des opérateurs historiques dans des marchés de monopole, incite les opérateurs historiques à faire des investissements non efficients et non optimaux, tandis que la réglementation incitative représentée par le plafonnement des prix, appliquée dans un marché ouvert a un effet ambigu sur les investissements. De plus, la littérature soutient que le foisonnement technologique dû aux progrès technologiques crée une certaine incertitude dans l'industrie. Par conséquent, l'impact des changements technologiques sur les décisions d'investissement peut être positif ou négatif selon que la technologie soit plus ou moins risquée. Cependant, même s'il est admis que les changements technologiques ont un impact sur les décisions d'investissement en télécommunications, jusqu'à présent, aucune étude concrète, sérieuse n'a été menée pour démontrer leur impact réel sur les décisions d'investissement observées chez les opérateurs historiques. De plus, aucune étude n'a été faite pour mesurer l'intensité des différents impacts pris en compte ici, ni séparément ni ensemble.

Dans cette recherche, notre approche consiste à identifier chacun des changements puis à évaluer l'ampleur de leurs impacts et ensuite à analyser l'intensité de ces impacts sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques.

Pour y parvenir, nous avons contruit une base de données constituée d'un échantillon assez représentatif de 21 opérateurs historiques regroupés en panel et observés de 1996 à 2001. Nous avons opté pour cette forme d'échantillonnage afin d'en dégager des tendances communes ou les divergences de comportement possibles. Cependant, nous déplorons le fait qu'au cours de notre recherche nous n'ayons pas eu accès à toutes les données dont nous aurions eu besoin pour faire une étude beaucoup plus détaillée.

De façon générale, pour arriver à nos fins, nous orienterons notre étude principalement sur deux axes. Dans le premier chapitre, nous analyserons les différents impacts des changements technologiques sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. Dans le deuxième chapitre, nous allons faire un tour d'horizon théorique sur l'impact que peut avoir les différents régimes de réglementation sur les comportements d'investissement des opérateurs historiques. Pour terminer ce chapitre nous choisirons un modèle théorique qui explique les différents comportements qu'un opérateur historique réglementé adopte dans un environnement de marché donné (monopole, oligopole). Enfin nous consacrerons le troisième chapitre à la méthodologie. Dans ce dernier chapitre, nous utiliserons des techniques de panel pour l'analyse empirique d'un modèle économétrique quantitatif. Enfin, avant la conclusion générale, nous présenterons un commentaire des résultats obtenus.

## Les caractéristiques économiques des investissements en télécommunications

Pour analyser les divers impacts que peuvent avoir les changements technologiques et réglementaires sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques en télécommunications, une vision d'ensemble des caractéristiques intrinsèques de ces investissements s'impose. En effet, la plupart des investissements en télécommunications sont irrécupérables (*sunk cost*), du fait même de la nature des équipements et sont réalisés de façon discrète. Les coûts encourus par un opérateur produisant une quantité de biens et/ou de services  $q$  peuvent se formuler mathématiquement comme suit :

$$C = c(q) + CF \quad (1)$$

Où  $C$ ,  $c(q)$ ,  $CF$  représentent respectivement les coûts de production, le coût variable, la quantité de biens ou services produits et les coûts fixes. La grande partie des intrants tels les équipements de base, d'installation de réseaux de transmission sont utilisés le plus souvent en proportions fixes. Les investissements en télécommunications sont très spécialisés, très spécifiques, extrêmement durables, lentement amortissables et difficilement déplaçables. Effectués d'une manière efficace, ils permettent la réduction des coûts de production à long terme et une augmentation des services. Selon Greenstein, et Spiller (1996), une gestion efficace des coûts accroît les gains provenant de l'élimination de l'allocation non efficiente. De plus, les investissements constituent la base fondamentale de l'expansion de l'industrie des télécommunications en général, ils ont des implications à long terme sur les types de produits et services qui seront offerts et le coût auxquels ils seront produits dans les années à venir. Ils ont également des implications sur la structure du marché. L'industrie des télécommunications étant à multiproduits, les coûts d'investissement permettent de réaliser des économies de gamme. Ce qui signifie qu'il est économiquement plus efficient d'avoir un seul opérateur qui produit toute la gamme

de biens et services que d'avoir plusieurs opérateurs qui produisent chacun un unique produit ou service. Autrement dit :

$$C(q_1, q_2, \dots, q_n) < C(q_1, 0, \dots, 0) + C(0, q_2, 0, \dots, 0) + \dots + C(0, 0, \dots, 0, q_n) \quad (2)$$

De plus les coûts sont sous-additifs<sup>6</sup>. Cela signifie que le coût total d'investissement et de fonctionnement d'un réseau unique est plus faible que le coût de plusieurs réseaux juxtaposés ou concurrents. Formellement, la sous-additivité se formule comme suit :

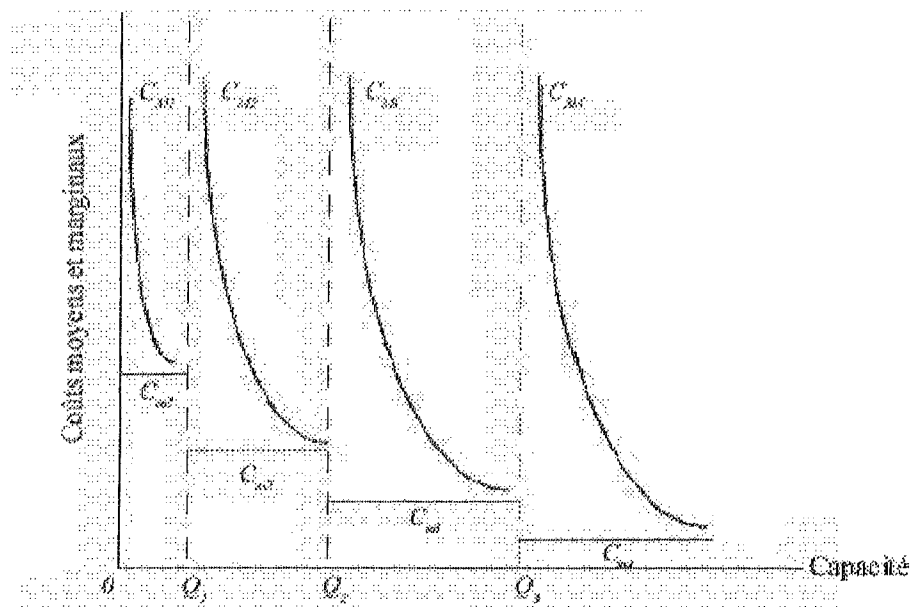
$$C(Q) < C(q_1) + C(q_2) \text{ où } Q = q_1 + q_2 \quad (3)$$

Les coûts fixes d'installation et d'exploitation des réseaux de télécommunications très élevés ont fait des investissements cruciaux à plusieurs égards. La construction d'un réseau de télécommunications impliquent que les coûts fixes représentent une part importante du coût total de production. Le coût marginal à court terme (coût d'une minute de communication par exemple, additionnel), est très bas et le coût moyen décroît vite avec le volume de communications. Pour différentes capacités installées, la forme de la fonction est illustrée par la figure (0.1). C'est d'ailleurs en raison des caractéristiques énumérées ci-dessus que, longtemps, l'on a pensé qu'il ne pouvait pas y avoir d'industrie de télécommunications en dehors des monopoles dits naturels. L'importance des coûts fixes et de la demande globale définissent la structure même du marché de l'industrie des télécommunications et les divers comportements des opérateurs historiques afférents. Par ailleurs, l'observation de l'industrie des télécommunications nous amène à soutenir que, lorsque la technologie progresse, les équipements achetés permettent de réaliser des rendements d'échelles croissants dans les réseaux de télécommunications. C'est-à-dire que pour toute production de services  $s_1$  et  $s_2$  tel que  $s_1 > s_2$  les coûts marginaux d'exploitation décroissent.

---

<sup>6</sup>Tirole (2000, 1988)

FIG. 0-1: Forme de la fonction de coût dans les télécommunications





# Chapitre 1

## Impact de la technologie sur les décisions d'investissement de l'opérateur historique en télécommunications

Le développement technologique a été et reste le moteur principal de la transformation des marchés de certains monopoles naturels. Les changements technologiques ont stimulé la diversification par la création de nouveaux produits à de faibles coûts.

*<< Nous sommes entrés dans l'ère du "télécosme", caractérisée par une largeur de bande de télécommunications peu coûteuse en raison des fibres optiques et du WDM<sup>1</sup> dense. Elle succède à l'ère du microcosme; qui se définit par une puissance de calcul peu coûteuse mais une largeur de bande limitée >><sup>2</sup>.*

---

<sup>1</sup>Le WDM, est une technique de multiplexage de longueurs d'onde qui permet de décomposer la lumière en différentes longueurs d'onde (ou couleurs).

<sup>2</sup>Gilder Technology Review est un bulletin mensuel portant sur le secteur de la technologie de l'information (<http://www.gildertech.com>).

Il va s'en dire que l'évolution technologique observée dans les télécommunications et dans les technologies de l'information affectent profondément les investissements en infrastructures d'équipements dans l'industrie des télécommunications. Pour aborder notre analyse, nous avons pensé faire un survol rapide de l'industrie des télécommunications afin de donner un aperçu des mutations technologiques qui s'y produisent. Cependant, ce chapitre ne fournit pas une description approfondie des différentes technologies<sup>3</sup> et de l'industrie des télécommunications, car tous les deux changent rapidement. Une quelconque tentative de description soignée de notre part deviendrait donc rapidement désuète. De même, énumérer l'ensemble des produits et services de communication que permettent d'offrir ces technologies, qu'il s'agisse de haut ou de bas débit, de technologie fixe ou mobile, terrestre ou satellitaire, serait trop fastidieux. De plus, cela n'est pas notre objectif car cette étude se définit avant tout dans un cadre économique.

Dans un premier temps, nous énumérons quelques principales technologies utilisées dans l'industrie tout en mettant en exergue leur évolution et leurs caractéristiques économiques qui sont pertinentes pour comprendre leurs impacts sur l'évolution des coûts d'exploitation. Dans un deuxième temps, nous répéterons l'exercice mais pour faire l'analyse d'impact sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques.

## 1.1 Technologie

Les réseaux téléphoniques se composent de deux éléments principaux : les commutateurs et les transmetteurs<sup>4</sup>. Avant les années 90, la technologie traditionnelle de transmission par câble a été fournie à travers des couples de fils de cuivre qui relient directement les clients à un terminal à distance ou à une centrale téléphonique. Malgré les récents progrès dans les techniques de compression de données, les paires de fils de cuivre bien connus

---

<sup>3</sup>Voir Tanenbaum (1996), pour la description plus approfondie des réseaux de télécommunications.

<sup>4</sup>Les commutateurs permettent le routage de la voix, du vidéo, et des signaux de données dans tout un réseau. La transmission quant à elle peut être décomposée en câble (couple de fils de cuivre, câble coaxial, la fibre optique) et en radio (satellite, radio cellulaire, les micro-ondes).

pour porter la voix seraient cependant limitées en capacité de transmission. Aujourd'hui, le fait que les réseaux modernes de transmission de données soient numériques et qu'ils permettent la commutation et la transmission par paquets, a littéralement révolutionné l'industrie des télécommunications. Ces réseaux modernes ne comptent plus seulement du matériel dans leur infrastructure mais aussi un nombre important de logiciels qui servent à la gestion et à la conception d'interfaces de commutation.

### **Le câble fibre optique**

La fibre optique est un fil de silice (verre très pur) qui permet de transmettre la lumière. Elle remplace petit à petit les fils électriques, notamment pour les liaisons téléphoniques et les réseaux d'ordinateurs.

Pour le moment, la technologie de transmission du futur semble être basée sur ces câbles de fibre optique car ils sont les meilleurs supports du réseau large bande comme l'illustre la table (1.1). Les câbles fibre optique comportent des bandes passantes<sup>5</sup> qui ont une grande capacité de transmission. Comme l'illustre la table (1.2), ils ont connu une augmentation significative de leur capacité de transmission ces dernières années. La fibre optique permet de transmettre simultanément plusieurs milliers de communications avec un débit de transmission de l'ordre de dix gigabites par seconde. Cette multiplication de la capacité est due principalement à la technologie du multiplexage WDM dont les grandes variantes sont le TDM et le DWDM (Time Division Multiplexing, Dense wave Division Multiplexing ou encore le multiplexeur spectral)<sup>6</sup>. Avec la technologie WDM, un faisceau optique sur un simple brin de fibre peut être divisé en ses couleurs composantes, dont chacune peut être faite pour diffuser autant l'information que la fibre initiale. Selon le *Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications de mai 2000*, la largeur de la bande obtenue grâce à la technologie WDM, serait l'ordre de 100 000 gigabit/s aux États-Unis soit une augmentation de plus 82% entre 1996 et 2001 comme l'indique la table

---

<sup>5</sup>La bande passante caractérise tout support de transmission, c'est la bande de fréquence dans laquelle les signaux sont correctement reçus.

<sup>6</sup>La technologie du WDM permet de transporter différentes longueurs d'ondes de la lumière en les divisant en sous-bandes dans une même fibre optique soit sous forme de division de fréquence (DWDM) soit sous forme de division temporelle (TDM).

(1.3). L'augmentation significative de la capacité des larges bandes que nous montre la table (1.3), voudrait dire que les opérateurs de réseau pourraient transmettre de très grands nombre de données par câbles fibre optique en un laps de temps et surtout à coûts réduits<sup>7</sup>. On comprend aisément que si la technologie de la fibre optique est fournie aux consommateurs, elle serait utilisée non seulement pour l'Internet mais aussi pour la radiodiffusion, la télévision par câble et même le vidéo-téléphone. Même si les câbles de fibres optiques permettent d'opérer avec un coût marginal très bas, il faut par contre souligner que malgré les récents progrès réalisés pour la réduction des coûts d'installation du réseau, la technologie liée à la fibre optique reste encore très onéreuse.

---

<sup>7</sup>UK online page 7.

TAB. 1.1: Capacité des différentes technologies de télécommunications.

Types de support	Bande Passante	Utilisation
Paire Torsadée de fils de cuivre (TP)	>100kHz	Téléphonie, LAN <sup>8</sup>
Câble coaxial	>100MHz	Télévision, LAN
Fibre Optique	>1GHz	LAN, MAN, WAN
Faisceaux Hertziens	Variable (nature et fréquence)	LAN, MAN <sup>9</sup>
Satellites	X canaux, >10MHz	WAN <sup>10</sup>

Source : CNRS-UREC

---

<sup>8</sup>LAN (Local Area Network) : réseau télématique limité géographiquement (immeuble, entreprise). Ce sont des boucles reliant des ordinateurs aux réseaux extérieurs par des systèmes conçus pour des applications de données à haute vitesse.

<sup>9</sup>MAN=Metropolitan network

<sup>10</sup>WAN (Wide Area Network) : réseau télématique privé couvrant des sites dispersés et non soumis aux obligations demandées aux réseaux sur le domaine public.

TAB. 1.2: Capacité de transmission des différents supports de télécommunications

Supports	Nature du signal	Capacité de transmission <sup>11</sup>
Fils de cuivre	électrique	14400
câble coaxial	électrique	entre 14400 et 3200000
Fibre optique	numérique	3200000

---

<sup>11</sup> Nombre d'appels téléphoniques simultanés.

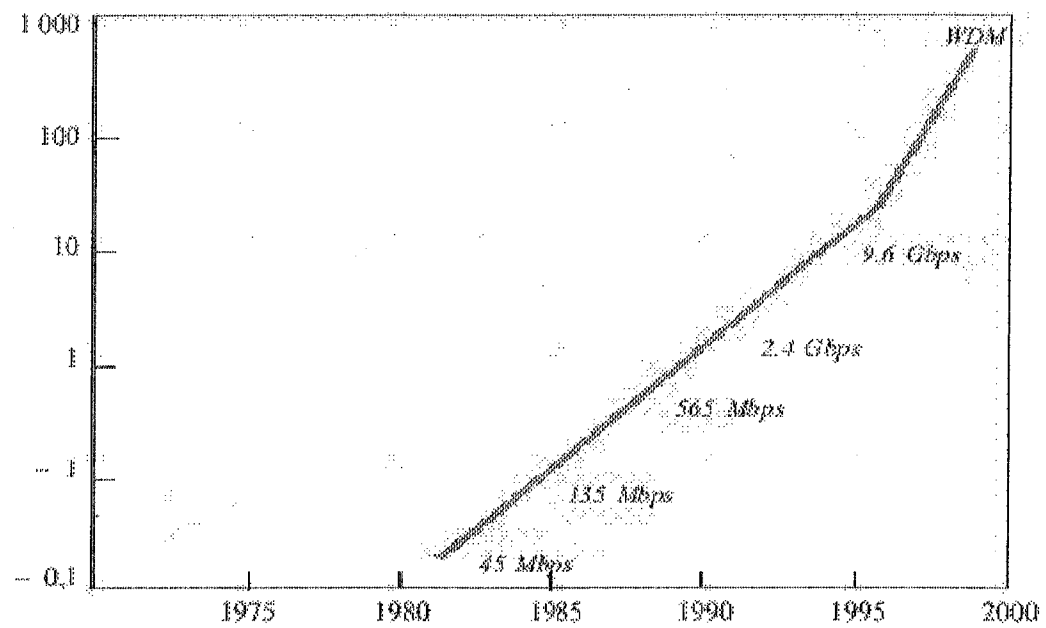
TAB. 1.3: Évolution de la capacité de transmission de la large bande aux États-Unis, de 1996 à 2001.

Large bande	1996	1999	2001
Capacité de la large bande en tétrabits/seconde	1.2	21.7	99.8

Source : Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, Janvier

2000

FIG. 1-1: Capacité de transmission de la fibre optique depuis trente ans



Source :Philippe Picard, complément A du rapport M. Didier et J-H. Lorenzi (2002)



## Le réseau large bande

La technologie large bande permet d'améliorer sensiblement les techniques de transmission des messages notamment celles de la signalisation spectrale et de réduire significativement les coûts par ligne.

Le large bande se caractérise par une haute vitesse de connection. Il est capable de supporter plusieurs applications, notamment celle du son et du vidéo sur l'Internet, avec une qualité nettement meilleure que celle de la bande étroite. Il constitue une sorte de plate-forme sur laquelle les opérateurs auraient la possibilité de développer et de fournir de nouveaux produits et services. Remarquons que le réseau large bande serait perçu par un grand nombre de personnes comme étant la technologie qui a un impact significatif sur les activités économiques et même comme un facteur accélérateur du développement économique. D'ailleurs, le large éventail des différentes formes d'application du large bande en témoigne.

**La technologie DSL**<sup>12</sup> : elle constitue l'une des technologies de large bande les plus populaires. Cette technologie permet de convertir les standards paires torsadées de fils téléphoniques en cuivre en lignes numériques à haute vitesse à partir de l'installation d'un modem<sup>13</sup> spécial entre le consommateur et le commutateur du fournisseur d'accès. Il existe plusieurs variantes de la technologie DSL, regroupées sous la dénomination de xDSL. En augmentant sensiblement la capacité de transmission de la paire de fils de cuivre, le DSL permet à des compagnies de téléphone d'offrir des services large bande à haut débit notamment les services multimédias, afin de concurrencer les câblodistributeurs. Pour les opérateurs historiques dont la majeure partie du réseau est supportée par les fils de cuivre, cette technologie constituerait une aubaine en ce sens qu'ils n'ont plus désormais à déployer les câbles de fibres optiques jusqu'aux consommateurs pour leur offrir les services à haute vitesse. Ce qui impliquerait une réduction significative des coûts des opérateurs historiques.

---

<sup>12</sup>Digital subscriber line ou système digital de ligne d'abonné.

<sup>13</sup>Un Modem (MOdulateur DEModulateur) est un équipement permettant à un micro-ordinateur de communiquer avec un autre ordinateur par le biais d'une ligne téléphonique.

## La radio mobile

Les services de mobilephones usuels connaissent également une évolution technologique. De la technologie analogique (notamment AMPS<sup>14</sup>), la mobilephonie a progressivement évolué vers les technologies numériques de bande étroite. On recense ainsi la technologie GPRS et le GSM<sup>15</sup>. La progression technologique observée dans la mobilephonie, nous conduit aux technologies bien plus élaborées qui sont les mobiles de deuxième et de troisième génération (UMTS)<sup>16</sup>. Ces mobiles offrent respectivement une capacité de transmission des données avec un débit de l'ordre de 14.4kps et de 2Mbps. Ce progrès permet désormais aux opérateurs d'offrir des services Internet sur les téléphones cellulaires avec une vitesse comparable à la haute vitesse offerte sur les câbles en général. C'est d'ailleurs grâce à cette technologie qu'on parle de la téléphonie IP<sup>17</sup>. Malgré les tribulations des réseaux satellitaires (Iridium, Globalstar...), le double domaine de la téléphonie IP et sans fil, désormais soumis à sa propre convergence dans les très prochaines années, semble offrir la promesse d'une croissance explosive de cette technologie. Ainsi, elle risquerait d'affecter lourdement la téléphonie traditionnelle, comme le fait déjà le réseau GSM dans bon nombre de pays d'Afrique, d'Asie et de l'Amérique latine (site de UIT, 2002).

Par ailleurs, le développement et l'adoption de nouveaux protocoles de signalisation (système de signalisation 7, ou SS7, ISDN, WAP, SDH, GSM)<sup>18</sup>, permettent à leur tour

---

<sup>14</sup>Pour une description plus élaborée de cette technologie voir le glossaire du CRTC.

<sup>15</sup>GPRS signifie General Packet Radio Service et le GSM signifie Global System for Mobile communications. C'est le standard pan-Européen de communication mobile sur la fréquence de 900Mhz. Leur capacité de transmission est de l'ordre de 40000 bits par seconde.

<sup>16</sup>UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) est la version européenne du service universel de troisième génération pour les communications mobiles.

<sup>17</sup>Réseau IP : Réseau de transmission de données avec le protocole. IP pour Internet Protocol. Source : <http://www.hypcom.com/questionvisio.htm>.

<sup>18</sup>Le réseau SS7 ou Signaling System Number 7 est un protocole de signalisation sur canal commun.

Le réseau ISDN : Integrated Service Digital Network, ou Réseau Numérique à Intégration de Services est un système numérique ou digital qui permet de connecter d'une façon fiable et plus rapide, un PC ou un LAN à Internet.

Source : [http://www.iprolink.ch/web/fr/support/common/misc/what\\_is\\_isdn.shtml](http://www.iprolink.ch/web/fr/support/common/misc/what_is_isdn.shtml)  
et [http://hguilbert.free.fr/isdnfaq/Qu\\_est\\_ce\\_que\\_RNIS.html](http://hguilbert.free.fr/isdnfaq/Qu_est_ce_que_RNIS.html)

aux opérateurs en télécommunications d'offrir non seulement un ensemble de produits et services plus diversifié mais aussi d'avoir une utilisation plus efficace de leur réseau. Comme corollaire à ces progrès technologiques on note une évolution et une diversité des produits et services offerts. Cependant, un aperçu global sur les différentes technologies des télécommunications semble nous montrer une certaine convergence technologique vers l'Internet.

L'idée majeure qui se dégage de la littérature sur la nouvelle technologie des télécommunications est celle du développement et de l'augmentation substantielle de l'intelligence du réseau, la diminution des coûts de transmission et de commutation, l'amélioration de la qualité de transmission et l'augmentation de la capacité de transmission.

## 1.2 Les impacts

Depuis le démantèlement d'AT&T en 1984, l'évolution technologique de l'industrie des télécommunications semble favoriser une concurrence qui met à mal le monopole des opérateurs historiques aux États-Unis et dans le reste du monde. D'après Depoorter (1999), les changements technologiques ont souvent d'énormes impacts sur la structure de coût d'exploitation des réseaux de télécommunications et peuvent faire déplacer un marché de monopole naturel vers une structure de marché plus concurrentielle. Le marché local sur lequel pouvaient encore compter les opérateurs historiques ne fait plus objet de monopole. La transmission interurbaine qui a longtemps été le segment vache à lait des opérateurs historiques est particulièrement sujette à de nouveaux perfectionnements. Par conséquent, on assiste à une nette atrophie des recettes et des parts de marché dans tous les secteurs des opérateurs historiques comme affichent les statistiques. Selon le journal BusinessWeek du 1 mai 2002, aux États-Unis, presque tous les opérateurs historiques à

---

WAP (Wireless Application Protocol) est un protocole qui désigne une norme permettant aux itinérants équipés d'appareils sans fil d'accéder facilement et instantanément à des informations et services.

Source : [http://www.sybase.fr/solutions/mobile\\_solutions\\_wap.html](http://www.sybase.fr/solutions/mobile_solutions_wap.html)

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) est un standard de transmission par les réseaux de fibre optique. Il permet une gestion simple du réseau et augmente la fiabilité, très souvent il se combine au WDM.

l'instar de WorldCom, AT&T et les opérateurs régionaux de Bell étaient la cible d'une rapide érosion de leurs clients. En Europe les opérateurs historiques n'ont guère échappé au phénomène. En 2001 la Commission européenne indiquait que l'érosion moyenne des parts de marché pour les ventes de détail des opérateurs historiques s'élevait environ à 10 % pour les communications locales, environ 20 % pour les marchés des communications interurbaines et autour de 30 % pour les communications internationales<sup>19</sup>.

Devant le désarroi créé par l'érosion de leurs revenus et de leur part de marché ; à voir les différents efforts menés par les opérateurs historiques en télécommunications à travers le monde (voir UIT, 2002 ; rapport du Sénat français, 2002), ils semblent prendre de nouvelles mesures technologiques pour améliorer leur rentabilité. De plus, au milieu de l'année 1998, le monde pensait que les nouvelles technologies de l'information et de la communication seraient à l'origine d'une nouvelle ère de croissance économique forte. L'industrie des télécommunications étant la partie essentielle du secteur des technologies de l'information et de la communication a attiré de nombreux investisseurs. Profitant de ce climat d'euphorie, les opérateurs historiques n'ont pas hésité à consentir d'énormes investissements à leurs infrastructures. Ainsi, les opérateurs historiques se sont lancés tant bien que mal dans la course à la nouvelle technologie, soit pour consolider leur marché déjà existant, soit pour diversifier leur offre de services soit pour prendre de l'expansion. Par exemple, selon, les statistiques de la FCC, le déploiement des câbles de fibres optiques en remplacement des fils de cuivre dans les réseaux de transmission par des opérateurs historiques est passé de 60 à 97% de 1990 à 2000 aux États-Unis. De même, dans le reste du monde, la majeure partie des investissements en infrastructures des opérateurs historiques est consacrée au déploiement des câbles fibre optique. Ces changements ont été constatés dans chaque secteur d'activité des télécommunications. Sur le marché local, d'après une étude réalisée par Greenstein, McMaster et Spiller (1995), aux États-Unis, d'importants capitaux ont été investis par les opérateurs historiques pour

---

<sup>19</sup>Télécommunications : la réforme cinq ans après : [http ://www.senat.fr/rap/r01-273/r01-273\\_mono.html](http://www.senat.fr/rap/r01-273/r01-273_mono.html)

le déploiement des réseaux numériques SS7 et ISDN. En 1999, l'opérateur historique allemand Deutsche Telekom investissait trois milliards de marks spécialement pour le déploiement de la technologie DSL et 700 millions pour l'expansion du réseau national de l'ISDN. En 1996, le géant japonais NTT a augmenté son budget d'investissement dans le système ISDN de 900 milliards de dollars US<sup>20</sup>. La British Telecom aurait investi en équipements modernes au total plus de 7,718 milliards de dollars US en 2001, et elle a prévu investir l'équivalent de 154 millions de dollars US principalement dans le multimédia jusqu'à la fin de 2002. Par ailleurs, le système xDSL connaîtrait un regain d'intérêt chez des opérateurs historiques comme l'atteste son rythme de déploiement dans le monde. À la fin de 2001, Deutsche Telekom alimentait 1,2 millions d'abonnés et raccordait 60000 personnes par semaine<sup>21</sup> et prévoyait investir en ADSL 1,12 milliards d'euros et ainsi couvrir 90 % des foyers allemands en 2002. Au Royaume-Uni, l'opérateur British-Telecom, annonçait en 2001 un programme de déploiement national de l'ADSL le plus ambitieux d'Europe avec un investissement de 410 millions de dollar US pour les trois prochaines années. En France, déjà en 1996, France Télécom-CNET s'équipait de modems ADSL<sup>22</sup>, mais à la fin 2001, France Télécom prévoyait investir 500 millions d'euros jusqu'en 2003 en ADSL, son objectif étant de couvrir 80 % de la population en 2003.

---

<sup>20</sup> Voir Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, décembre 1996.

<sup>21</sup> [http://www.senat.fr/rap/r01-273/r01-273\\_mono.html](http://www.senat.fr/rap/r01-273/r01-273_mono.html)

<sup>22</sup> Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, décembre 1996.

TAB. 1.4: Déploiement de la technologie ADSL par les opérateurs historiques en Europe en 2001.

<b>Opérateurs historiques</b>	Lignes ADSL installées	
	mi-2001	Décembre 2001
Deutsche Telekom (Allemagne)	700000	3000000
France Télécom (France)	170000	500000
British Telecom (Royaume-Uni)	60000	120000
KPN (Pays-Bas)	105000	400000
Telia (Suède)	122000	200000
Telecom Italia (Italie)	300000	500000
Telefonía (Espagne)	158000	300000

Source : IDATE, 2001

Relativement à la câblodistribution, AT&T a investi 110 milliards de dollars dans deux entreprises câblodistributrices, dans le but de transformer les câbles téléphoniques locaux en des câbles de télévision<sup>23</sup>. Il investit également 120 milliards de dollars US pour prendre tour à tour le contrôle de TCI et de MediaOne<sup>24</sup>, inaugurant ainsi une nouvelle stratégie visant à déployer les réseaux de télédistribution en plates-formes multiservices dans le but d'assurer un accès direct aux clients hors de ses frontières. Emboîtant le pas à AT&T, France Télécom annonçait, en 1999, un investissement d'un milliard de dollars US dans le câblodistributeur NTL (National Transcommunications Limited).

Les services multimédias sont également l'objet d'une attention toute particulière. En 1998, le NTT se fixait comme objectif de compléter jusqu'en 2005 un réseau de transmission par fibres optiques à l'échelle du pays qui fournirait un accès multimédia à la maison<sup>25</sup>. Depuis l'ouverture du marché des télécommunications à la concurrence, plusieurs opérateurs historiques des pays du Sud auraient investi dans la technologie DLC/SDH, marquant ainsi l'ouverture de leur réseau aux câbles fibre optique et par la même occasion consolident leur marché. Les opérateurs historiques ont également amélioré le secteur de l'international. Pour preuve, on note la part croissante des investissements que les opérateurs historiques accordent pour le déploiement des câbles de fibre optique terrestres et sous-marins. Parmi les nombreux exemples, nous notons celui de l'opérateur Deutsche Telekom qui a investi en 2001 près de 80% du déploiement du câble fibre optique terrestre et sous-marin mondial<sup>26</sup>. De plus, que ce soit en Europe ou en Amérique du Nord, nous avons pu remarquer que les opérateurs historiques ont accru leur participation dans les réseaux satellites. Par exemple à la mi-mai 1998, Bell Canada augmentait son investissement dans le réseau Télésat, passant de 58,7 à 100%.

La téléphonie sans fil quant à elle, serait le secteur d'activité où les opérateurs historiques du monde semblent être les plus vulnérables. Cependant, au cours des années

---

<sup>23</sup> Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, janvier 2000.

<sup>24</sup> Idate fax n°111 - 16 juillet 1999.

<sup>25</sup> Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, février 1997.

<sup>26</sup> Source : DT rapport annuel 2001

d'euphorie induites par les nouvelles technologies, les opérateurs historiques d'Europe et d'Amérique du Nord se sont distingués par l'importance des capitaux qu'ils ont investis dans l'acquisition des licences d'exploitation et dans l'installation des infrastructures appropriées de la téléphonie mobile surtout de la téléphonie de troisième génération. Au total, en Europe, les licences UMTS acquises en 2000 ont coûté environ 130 milliards d'euros aux opérateurs de télécommunications (Dow Jones Stoxx, 30 juin 2000). En 2000, AT&T Canada et Bell Canada Tel Mobility figuraient parmi les opérateurs qui ont remporté les enchères des licences dans les bandes de fréquences UMTS de 24 et 38 GHz pour la somme de 172 millions de dollars, licences attribuées par Industrie Canada<sup>27</sup>. En août 2000, France Telecom achète en Allemagne une licence de 16,37 milliards de marks, soit 8,23 milliards de dollars us<sup>28</sup>.

---

<sup>27</sup> Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, mai 2000.

<sup>28</sup> [http://www.francetelecom.com/vfrance/direct\\_v3/investisseurs/f\\_finance.html](http://www.francetelecom.com/vfrance/direct_v3/investisseurs/f_finance.html)



TAB. 1.5: Quelques acquisitions de licences UMTS par les opérateurs historiques européens en 2000.

opérateurs historiques	Investissement en UMTS (en milliards d'euro), 2000
France telecom	23,69
Deutsche telekom	19,41
Telefonica	14,61
British Telecom	15,75

Source : Conseil d'analyse économique, 2000

À l'instar des autres secteurs des télécommunications, les opérateurs historiques se sont aussi intéressés au secteur de l'Internet et des données. Vers la fin des années 80, l'expansion de l'Internet menaçait les profits des opérateurs historiques qui tiraient leur revenu essentiellement de la transmission vocale. Ces derniers n'ayant pas l'infrastructure prometteuse pour l'expansion du réseau principal de l'Internet, avaient alors cherché à noyer cette technologie par une plus grande diversification des services téléphoniques à prix réduits. Mais depuis le début des années 90, de nombreuses pressions exercées sur les réseaux de service téléphonique en place proviendraient d'activités récentes visant la transmission de la voix et des télécopies sur Internet. À ces pressions s'ajoute la volonté de doter la nouvelle économie d'un cyberspace. De plus, ces pressions, semblent avoir notamment servi d'incitatifs à l'investissement dans le secteur de l'Internet par les opérateurs historiques. Ainsi, en avril 1998, Bell Canada Enterprise annonçait l'établissement d'un réseau Internet et de données de 750 millions de dollars canadiens. Cette entreprise aurait également fait l'acquisition d'un réseau de fibres optiques de Fonorola au coût de 175 millions de dollars pour obtenir une part du réseau Internet<sup>29</sup>. La NTT offre depuis 1998 un service de vidéoconférence sur Internet. Telecom Finlande, Telecom New Zealand, Deutsche Telekom et France Télécom utilisent le protocole IP pour la transmission de la voix<sup>30</sup>. Bell Canada annonçait le 27 mars 2000 son intention d'investir 1,5 milliards de dollars jusqu'en 2003 pour moderniser et améliorer l'accès à l'Internet haute vitesse en direction de ses clients résidentiels et d'affaire. Ces services Internet seront fournis au moyen de la technologie DSL et par fibre optique.

Paradoxalement, les mêmes technologies qui ont causé l'expansion des investissements au cours de la période de fin 1997 au début 2000 seraient à l'origine de l'effondrement des cours boursiers mondiaux des opérateurs en télécommunications au milieu de l'année 2000. La figure ci-dessous, illustre bien l'évolution des indices boursiers du secteur de télécommunications de 1993 à 2001. Effondrement qui a rendu les besoins d'investissement

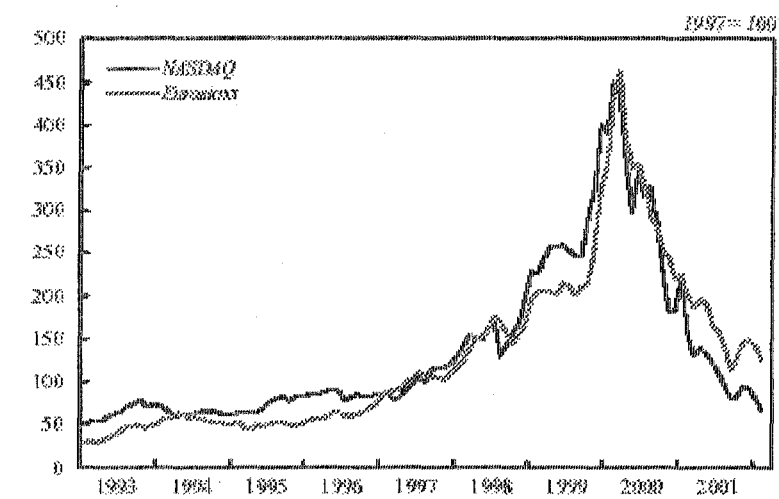
---

<sup>29</sup> Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, août 1998.

<sup>30</sup> Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, novembre 1998.

cruciaux. Les explications de cet effondrement sont diverses mais impliquent toujours la technologie. En Europe comme au États-Unis, plusieurs arguments vont dans ce sens. En Europe par exemple, on recense deux arguments possibles. D'abords, selon Didier et Lorenzi (2002), c'est la prise de conscience du changement de tendance de l'expansion du téléphone mobile (GSM), à l'approche du saturation du marché. Ensuite, les investissements que les opérateurs en télécommunications ont consenti pour l'acquisition des licences UMTS, étaient pour certains opérateurs échelonnés dans le futur, mais représentaient environ 15 pourcent de la capitalisation boursière pour l'ensemble des opérateurs européens de télécommunications. Mais, depuis lors, la valeur de marché des opérateurs a fortement reculé. Aux États-Unis, l'effondrement des indices boursiers de télécommunications déclenché en mars 2000, par l'éclatement de la bulle Internet, s'explique surtout selon Didier et Lorenzi (2002), par une crise de surproduction des capacités de transmission des données, liée à la fois au bogue de l'an 2000 et à la révision des anticipations sur l'avenir du trafic Internet. Là, aussi, c'est le doute généré par la faillite de certains acheteurs américains de fréquences mobiles financièrement puissants qui a contribué à la baisse des investissements.

FIG. 1-2: Indices boursiers : secteur des télécommunications



L'endettement lourd des opérateurs en télécommunications en général et des opérateurs historiques en particulier suite à l'effondrement des indices boursiers, a conduit à l'assèchement du marché financier pour les télécommunications. Les besoins d'investissement apparus suite à l'effondrement semblent avoir obligé les opérateurs historiques à recourir à d'autres stratégies d'investissement. Parmi ces stratégies, on peut noter celle de la consolidation et celle des fusions. En ces temps, on pouvait lire dans l'hebdomadaire *BusinessWeek* du 1 mai 2002, que lorsque les besoins d'investissement des opérateurs historiques deviennent très importants, le choix de la logique des fusions et des alliances stratégiques devient incontournable pour les satisfaire. Cette affirmation, semble se confirmer par les fusions et par les acquisitions faites par les opérateurs historiques au cours des années 1995 à 2000. Entre les opérateurs régionaux de Bell aux États-Unis, on a observé une fusion de 44 milliards de dollars US entre Bell Atlantique et NYNEX ; 43 milliards de dollars US entre Pacific Telesis et SBC communications. Entre les opérateurs en téléphonie de longue distance et en téléphonie cellulaire, on note l'alliance AT&T et McCaw. En Europe également, un certain nombre de réseaux globaux, conçus pour fournir un service mondial, seraient en cours d'être formés ; c'est le cas de l'alliance AT&T avec British Telecom<sup>31</sup>. À l'instar des fusions, on note plusieurs opérations d'acquisition ou de rachats d'infrastructures de télécommunications. C'est le cas notamment de l'opérateur historique MCI-WorldCom qui a investi 115 milliards de dollars US pour l'achat de Sprint, comptant ainsi devenir le principal fournisseur de services interurbains, de transmission de données et de communication sans fil aux États-Unis<sup>32</sup>. Au Canada, en 1999, GTE achète des parts de TELUS, fortifiant ainsi ce dernier dans sa politique de déploiement du réseau Internet haute vitesse via les câbles fibre optique dans la métropole torontoise.

Ces fusions et acquisitions des différents opérateurs historiques que nous pouvons encore observer, semblent s'inscrire dans un certain phénomène de convergence des services et des technologies des télécommunications.

---

<sup>31</sup> Les exemples de fusions que nous avons énumérés sont tirés de Laffont et Tirole (2000) et du site [www.idate.fr](http://www.idate.fr)

<sup>32</sup> Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, Janvier 2000.

Par ailleurs, l'observation de l'industrie des télécommunications, montre clairement que les fortes espérances de rentabilité de la technologie numérique notamment le DSL, la fibre optique et la mobilephonie ont conduit les opérateurs historiques à en consentir la grande partie de leurs investissements ces dernières années. Cependant, outre les inconnues que comportent les changements technologiques survenus ces dernières années, notamment celles liées au WDM et à la téléphonie mobile de troisième génération, les enjeux et les risques (surtout financiers), sont aujourd'hui particulièrement importants. Cette situation reste préoccupante à cause de l'ampleur des investissements à accomplir et de l'indivisibilité que constitue la mise en place de nouveaux réseaux et le coût des licences dans certains pays (voir Didier et Lorenzi, 2002). Ainsi donc, vu l'évolution des changements technologiques des télécommunications, il reste encore difficile de prédire efficacement vers quelle technologie le marché tendra. Le foisonnement technologique dans cette industrie est tel que l'avenir de chaque technologie est incertain. On soupçonne d'ailleurs que cette incertitude technologique, serait à l'origine de la baisse des investissements en télécommunications observée chez les opérateurs historiques à la veille de l'an 2000. Nous pouvons alors dire que la déstabilisation du secteur technologique a elle-même contribué à la distorsion des investissements des opérateurs historiques au début des années 2000. Il ne serait donc pas fallacieux de dire que les changements technologiques ont un impact majeur sur les décisions d'investissements des opérateurs historiques en télécommunications.

Fort de ce qui précède, on pourrait se permettre de critiquer l'argument classique de Scherer (1984), Czarnitzki et Kraft (2000), entre autres, selon lequel les opérateurs historiques en télécommunications se sentiraient protégés dans leur position de monopole et ne craindraient pas qu'un concurrent innove des services et des méthodes de production plus efficaces. Selon Scherer (1984), la majeure partie des innovations vient des petites entreprises qui entrent sur le marché. Abondant dans le même sens, Czarnitzki et Kraft (2000), analysent 3500 entreprises allemandes et trouvent que les opérateurs historiques investissent moins en recherche et développement que les nouvelles entreprises entrantes.

Comme critique, nous pourrions recourir à Woroch (2002), qui soutient que les réseaux de téléphonie mobile de troisième génération par exemple qui ont été en grande partie responsables de l'effondrement boursier, sont susceptibles à de fréquents changements technologiques et, ont tendance à avoir des installations dont les coûts irrécupérables sont très élevés. De plus, la demande garante des revenus futurs de l'activité de télécommunications liée à cette technologie est quasi inexistante. Par conséquent, les opérateurs historiques sont moins portés à y consentir d'avantage d'énormes investissements. Donc, les décisions d'investissement des opérateurs historiques face aux changements technologiques ne relèveraient pas de l'inaction comme le stipulent Scherer (1984), Czarnitzki et Kraft (2000) et autres, mais de la prudence. Toutefois, il est vrai que la longévité des équipements octroie une certaine assurance aux opérateurs historiques. Il est aussi remarquable que l'introduction des nouvelles technologies semble parfois corroborer les reproches faits aux opérateurs historiques. Cependant, nous trouvons unilatéral et trop étroit l'argument qui réduit à néant les efforts d'investissement consentis par les opérateurs historiques.

Nous soutenons que, même si les changements technologiques ont un impact très significatif sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques, ils ne sont pas les seuls facteurs qui influencent les décisions d'investissement des opérateurs historiques. La réforme réglementaire de l'industrie des télécommunications qui a changé la structure du marché de l'industrie pourrait aussi en être un facteur déterminant. Il nous semble alors pertinent de faire une liaison entre les différentes formes de réglementation et les décisions d'investissement de l'opérateur historique.

## Chapitre 2

# Impacts des différents types de réglementation sur les investissements

Plusieurs études économiques théoriques et empiriques, démontrent qu'il existe une certaine relation entre les différentes réformes réglementaires et les décisions d'investissements des opérateurs historiques. Selon ces études, la réglementation par le taux de rendement aurait un impact positif sur les décisions d'investissement. Cependant, cette forme de réglementation ne serait pas efficiente. En revanche, ces études montrent qu'il y a certains avantages liés à la réglementation dite incitative en général et à la réglementation par le plafonnement des prix en particulier. Or, depuis l'application de cette réglementation incitative ces dernières années, nous observons une diminution des investissements en infrastructure dans presque toutes les industries réglementées. Les pénuries de l'électricité en Californie et ailleurs dans le monde, en témoignent. Il semble que la réglementation incitative, comporte un risque : le risque réglementaire, qui influence les décisions d'investissement chez les opérateurs historiques. Ce risque réglementaire n'est souvent pas pris en compte. Son impact sur les décisions d'investissement des opérateurs



historiques réglementés, peut être négatif ou positif, tout dépend de la façon dont on applique la réglementation par le plafonnement des prix.

Dans ce chapitre, nous allons examiner, analyser et déterminer l'impact des changements réglementaires sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques en télécommunications. Pour ce faire, nous allons organiser notre étude en trois temps. Dans un premier temps, nous allons orienter notre étude vers la réglementation par le taux de rendement. Dans un deuxième temps, nous allons fixer notre étude sur la réglementation incitative notamment sur la réglementation par le plafonnement des prix et sur la réglementation par comparaison de performance (le *benchmarking*). Dans un troisième temps, nous dégagerons une conclusion.

## 2.1 Réglementation par le taux de rendement

Elle a été premièrement utilisée aux États-Unis de 1967 à 1990 par la *Federal Communication Commission* pour réglementer les différents monopoles en télécommunications ( les opérateurs fournisseurs d'accès local, *LEC*<sup>1</sup>). Elle constitue aujourd'hui l'approche traditionnelle de réglementation des activités économiques. La réglementation par le taux de rendement est un ensemble de dispositions tant économiques que juridiques régie par une autorité de réglementation qui permet aux opérateurs réglementés de couvrir la totalité de leurs dépenses (annuelles) et de réaliser un profit "juste et raisonnable" sur le capital investi. Elle est basée sur un modèle comptable. Pour un opérateur produisant un bien ou service  $i$  l'expression du taux de rendement  $RR$  d'une année  $t$  se formule comme suit :

$$RR_t = O_{i,t} + T_{i,t} + D_{i,t} + (s \cdot RB_i)_t \quad (2.1)$$

---

<sup>1</sup>Local Exchange Carrier

Où  $O_i$  représente les coûts variables d'opération,  $T_i$  représente les taxes et l'impôt,  $D_i$  représente les amortissements,  $s$  représente le taux de rendement juste et raisonnable permis,  $RB$  représente la base ou la valeur des investissements de la firme. La base comprend la dette (obligations, débentures et ou les autres formes de titre à revenus fixes), les avoir propres (actions émises auprès des investisseurs).

Plus simplement la formule précédente s'écrit :

$$\text{Revenu requis} = [(\text{Base}) \times (\text{Taux de Rendement})] + \text{Dépenses} \quad (2.2)$$

Le taux de rendement est révisé périodiquement dans le but de refléter les coûts de la dette, les coûts des capitaux propres et des capitaux permanents<sup>2</sup>. Elle était mise en place dans l'optique de protéger les opérateurs d'expropriation de leur capitaux (Vickers et Yarrow, 1991) et d'éviter tout problème de sous investissement (Greenwald, 1984). Par le passé, la réglementation par le taux de rendement a fonctionné efficacement, fournissant la stabilité nécessaire aux opérateurs historiques pour attirer un grand nombre de capitaux (c'est-à-dire des investissements sûrs), car ils opéraient dans un marché monopolistique en pleine croissance. Cependant, la réglementation par le taux de rendement ne serait pas approprié à un marché de plus en plus concurrentiel allant de pair avec des changements technologiques très rapides.

### 2.1.1 Les implications de la réglementation par le taux de rendement

#### Sur-investissement

Haring et Kwerel (1987, p. 8), ont montré que la réglementation par le taux de rendement incite l'opérateur historique à ne pas minimiser ses coûts et à réduire au minimum

---

<sup>2</sup>Federal Communications Commission, CC Docket No. 92-133, FCC 95-134, Adopté le 30 Mars 1995, et le communiqué de presse en date du 6 Avril 1995.

les gains des consommateurs. Pour faire plus de profits que ceux permis, l'opérateur historique a intérêt à réduire son taux de rendement courant de sorte que ce dernier soit égal au taux de rendement *juste et raisonnable* permis. Pour arriver à le faire, trois possibilités s'offrent à l'opérateur historique. La première, c'est de réduire ses profits réels, la deuxième, c'est de gonfler sa base et la troisième consiste à la combinaison des deux autres à la fois. Dans le cas où l'opérateur historique opte pour l'augmentation de sa base (capital), ses bénéfices nets seront moins élevés et ainsi, il pourra répondre aux exigences de la réglementation par le taux de rendement (voir Carlton et Perloff, 1990, p. 804.). Les coûts gonflés quant à eux, peuvent prendre plusieurs formes notamment des bureaux somptueux, des équipements de très haute qualité, des salaires élevés, une main-d'oeuvre gonflée, et une surcapitalisation. Par conséquent, la réglementation par le taux de rendement comme l'affirment Haring et Kwerel (1987, p. 8), conduirait à la distorsion des investissements du capital d'équipement. Elle encouragerait l'étalement des coûts (*cost shifting*) lorsque la firme opère sur les marchés compétitifs. La principale critique du comportement de surinvestissement des opérateurs historiques réglementés par le taux de rendement est connue sous la dénomination de l'effet Averch-Johnson.

### Modèle de Averch et Johnson (1962)

Soit un monopoleur qui produit un bien ou service et cherche à maximiser son profit en utilisant le capital et la force de travail comme intrants sous contrainte d'un taux de rendement permis.

Soit  $p(q)$ , l'inverse de la fonction de demande et  $q(K, L)$ , la fonction de production du monopoleur.  $K$  et  $L$  représentent respectivement les unités de capital et de travail. Les coûts de capital et de travail sont respectivement  $r$  et  $w$ .

Sans réglementation, la maximisation du profit du monopoleur nous donne :

$$Max_{K,L} \Pi(K, L) = p[q(K, L)] q(K, L) - rK - wL \quad (2.3)$$

D'après les conditions du premier ordre on a :

$$\begin{aligned}\pi_K &= \frac{\partial \pi}{\partial K} = Rmq_K - r = 0 \\ \pi_L &= \frac{\partial \pi}{\partial L} = Rmq_L - w = 0\end{aligned}\tag{2.4}$$

Où  $R = p[q(K, L)]q(K, L)$ , le revenu marginal est :  $Rm = p + q\left(\frac{\partial p}{\partial q}\right)$ , où  $\frac{\partial p}{\partial q}$  est la dérivée partielle de  $p[q(K, L)]$  par rapport à  $q(K, L)$  ;  $q_K$  et  $q_L$  sont respectivement la productivité marginale de  $K$  et de  $L$ . De l'expression (2.4) on peut écrire le taux marginal de substitution :

$$-\frac{dL}{dK} = \frac{r}{w} = \frac{q_K}{q_L} \text{ ou encore } \frac{q_K}{r} = \frac{q_L}{w}$$

Ainsi, la productivité marginale par unité monétaire est égalisée entre le capital et le travail.

Le taux de rendement sur le capital est défini comme étant le ratio  $\frac{(R-wL)}{K}$  et donc la contrainte à laquelle fait face le monopoleur réglementé est :

$$\frac{R - wL - d - t}{K - D} \leq s\tag{2.5}$$

Où  $D$ ,  $d$  et  $t$  sont respectivement la cumulative des amortissements passés, la dépréciation du capital et les taxes . Mais pour des raisons de simplification nous allons plutôt considérer l'expression suivante :

$$\frac{R - wL}{K} \leq s\tag{2.6}$$

Récrivons l'expression (2.6), on a :

$$\Pi(K, L) \leq (s - r)K\tag{2.7}$$

Le problème du monopoleur réglementé est de maximiser son profit, sous contrainte de (2.7). On a alors

$$\begin{aligned} & \underset{K,L}{Max} \{ \Pi(K, L) / (K \geq 0, L \geq 0) \} \\ & \text{ sujet à} \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$\Pi(K, L) \leq (s - r) K$$

Soit  $r^m$  le taux de rendement réalisé par le monopoleur non réglementé. Pour que la réglementation soit effective, il faut que :

$$r < s < r^m \quad (2.9)$$

D'où la maximisation du Lagrangien :

$$\underset{K,L}{Max} L = R - rK - wL + \lambda(sK + wL - R)$$

$\lambda$  étant le multiplicateur de Lagrange. En supposant que la firme est une “*price-taker*” sur le marché des deux intrants, les conditions de Kuhn-Tucker nous donnent :

$$\frac{\partial L}{\partial K} = Rmq_K - r + \lambda(s - Rmq_K) = 0 \quad (2.10)$$

$$\implies Rmq_K(1 - \lambda) = r(1 - \lambda) - \lambda(s - r)$$

$$\frac{\partial L}{\partial L} = Rmq_L - w + \lambda(w - Rmq_L) = 0 \implies Rmq_L(1 - \lambda) = w(1 - \lambda) \quad (2.11)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = sK + wL - R = 0 \quad (2.12)$$

Des équations (2.10) et (2.11), on obtient :

$$\frac{Rmq_K}{Rmq_L} = \frac{q_K}{q_L} = \frac{r}{w} - \frac{\lambda(s - r)}{w(1 - \lambda)} \quad (2.13)$$

Les conditions du second ordre impliquent que  $0 < \lambda < 1$ , et que :

$$\frac{q_K}{q_L} = \frac{r}{w} - \frac{\lambda(s-r)}{w(1-\lambda)} < \frac{r}{w} \text{ ou encore } \frac{q_K}{r} < \frac{q_L}{w} \quad (2.14)$$

D'après l'équation (2.14), le ratio capital-travail est plus élevé que celui nécessaire à la minimisation des coûts de production. Par conséquent, l'entreprise ne minimise pas ses coûts de production. Selon le modèle de Averch et Johnson (1962), la firme réglementée par le taux de rendement aurait tendance à utiliser plus de capital. Soit :

$$\Psi(s) = \frac{\lambda(s-r)}{w(1-\lambda)} \quad (2.15)$$

Définit comme le facteur de "distorsion du à la réglementation par le taux de rendement".

On a :

$$\frac{\partial \Psi(s)}{\partial s} = \frac{\lambda}{w(1-\lambda)} > 0 \quad (2.16)$$

Cela veut dire que : lorsque le taux de rendement tend vers le coût du capital ( $s \rightarrow r$ ), les profits diminuent, l'entreprise utilise relativement moins de capital. Mais lorsque ( $s = r$ ), l'entreprise reste indifférente à toute combinaison d'intrants. Enfin lorsque ( $s < r$ ), l'entreprise ne produit plus. Quelques années plus tard, Spann (1974), dans une étude empirique, teste l'existence de la théorie de Averch et Johnson (communément connue sous la dénomination de effet A-J), en dérivant une fonction de production trans-log. Le test portant sur des opérateurs historiques réglementés dans l'industrie de l'électricité confirmait la théorie de Averch et Johnson par un test positif. D'autres auteurs, à l'instar de Courville (1974), ont aussi empiriquement démontré l'existence évidente de l'effet A-J chez les exploitants réglementés de l'électricité comme chez les opérateurs historiques réglementés en télécommunications. Pour ces auteurs, l'effet A-J, entraînerait des pertes de capitaux. L'effet A-J observé lors la réglementation par le taux de rendement servirait, pensent-ils, plus à accroître l'inefficience des monopoles qu'à augmenter la production. L'effet A-J in-

citerait très faiblement à la production de nouveaux services innovateurs. Selon la FCC<sup>3</sup>, la réglementation par le taux de rendement n'encouragerait pas l'efficacité optimale des facteurs de production. Ainsi, pour endiguer le problème de surinvestissement, certains régulateurs (par exemple FCC), exigent que les opérateurs aient leur approbation pour des investissements dans les nouveaux équipements. Mais dans la pratique, cela reste une décision vaine (voir Haring et Kwerel, 1987, p. 8).

Très souvent, il convient de noter que même si l'effet Averch et Johnson ou l'effet (A-J), semble difficile à prouver du point de vue pratique, on le soupçonne d'inciter les opérateurs historiques à gonfler leur base. En revanche, Berg et al. (1988), affirment que cette situation ne voudrait pas nécessairement dire que la firme ainsi réglementée est technologiquement inefficace, même si on pourrait le dire du point de vue économique.

Cependant, il existe plusieurs arguments qui montrent que l'effet A-J serait incorrect, notamment ceux de Joskow (1973). En effet, pour Joskow, la réglementation par le taux de rendement n'est pas appliquée comme le démontrent Averch et Johnson (1962). Premièrement, Joskow (1973), affirme que le régulateur ne gèle pas le taux de rendement de l'opérateur à un niveau fixe mais que ce taux est fixé grâce au mécanisme de révision de coûts. Deuxièmement Joskow (1973), explique que la réglementation par le taux de rendement implique la prise en compte des procédures de comptabilité, comme l'instauration des taux d'amortissement relativement bas, ce qui est de nature à décourager plutôt les opérateurs à investir.

### **Sous-investissement**

Alors que la réglementation par le taux de rendement a été mainte fois critiquée pour le fait qu'elle inciterait les opérateurs historiques au sur-investissement (effet A-J), elle a été également critiquée pour cause de découragement d'investissement. Cette contradiction vient de la nature même des types d'investissement que font les opérateurs

---

<sup>3</sup>Federal Communications Commission, l'agence de réglementation des télécommunications aux États-Unis.

historiques. En effet, le type d'investissement requis pour moderniser l'infrastructure de télécommunications et pour offrir de nouveaux produits et/ou services, implique des risques substantiels parce que les investissements dépendent d'une demande incertaine des consommateurs. Sous la réglementation par le taux de rendement, les opérateurs historiques peuvent surinvestir dans des segments supposés *sûrs* tels que dans les équipements existants. Cependant, elle incite moins les opérateurs à investir dans des marchés compétitifs risqués (Rohlfis et Shooshan, 1988, p. 4.). Si, l'opérateur réussit un investissement dans des nouveaux équipements ou services, il sera alors contraint de réduire ses coûts. Dans une telle circonstance, l'opérateur devrait se limiter au taux de rendement *juste*, et, il n'obtiendra pas de bénéfice supplémentaire pour son investissement. Dans le cas où l'opérateur ne réussit pas son investissement, il perd la totalité de son investissement car, il ne pourra pas transmettre ses coûts aux consommateurs. Aussi ne vaut-il la peine de courir le risque que lorsque le rendement sur l'investissement est élevé.

À partir du moment où toute réduction de coûts d'exploitation avait eu comme conséquence automatique la baisse des prix des produits et services, l'on a commencé par prendre conscience du manque crucial d'incitation à la réduction des coûts par l'innovation et par l'adoption de comportements efficaces.

C'est cette prise de conscience des insuffisances de la réglementation par le taux de rendement<sup>4</sup> qui a engendré de nouvelles formes de réglementation plus incitatives. La littérature en mentionne plusieurs formes dont les principales sont : la réglementation par le plafonnement des prix et les réglementations hybrides ou mixtes qui associent à la fois le modèle d'ajustement des prix et celui d'ajustement des profits. Comme réglementation de forme hybride<sup>5</sup> on note : la réglementation par le plafonnement des revenus (*le revenue cap*), *le sliding scale* (réglementation par un intervalle de taux de rendement), la réglementation par l'ajustement partiel des coûts (*le partial cost adjustment*), le *benchmarking* ou le *yardstick competition*, la réglementation par le menu des contrats (*menu*

---

<sup>4</sup> Voir Sappington (2002), pour une description plus détaillée des insuffisances de la réglementation par le taux de rendement.

<sup>5</sup> Voir Sappington (2002), pour la description complète des différentes méthodes de réglementation.



of contracts), la réglementation par ciblage des incitations (*Targeted incentive Regulation*)<sup>6</sup>. Dans notre analyse, nous ciblerons seulement les méthodes de réglementation par le plafonnement des prix, et le *benchmarking*.

---

<sup>6</sup>La réglementation par le gel des prix (*price freeze*) se rapproche du *price-cap*, avec la différence que le *price-cap* semble relativement plus flexible.

Le *earnings sharing* est une forme de réglementation basée sur le partage du surplus du rendement permis. Lors de cette réglementation, le surplus du profit permis de la firme est subdivisé en part égale, une moitié pour la firme et l'autre moitié répartie entre les consommateurs (Greenstein, McMaster et al., 1995).

La réglementation par négociation se caractérise par le fait que les firmes qui entrent sur certains segments du marché des télécommunications, notamment l'international, l'interurbain, l'Internet ou le mobile, négocient des tarifs d'interconnection avec le fournisseur d'accès. C'est seulement en cas de litige ou de désaccord que la firme demandeuse d'accès recourt à l'instance de réglementation qui définira les nouvelles conditions d'accès.

Le *Rate Case Moratoria*, est un moratoire qui est accordé à un opérateur réglementé en vue de suspendre toute investigation sur le rendement et toute variation de prix pendant une durée allant de deux à cinq mois (Sappington, 2002).

## 2.2 Réglementation par plafonnement des prix

Encore dénommée le *price-cap*, elle a été proposée par Littlechild (1983). Elle fut expérimentée pour la première fois par OFTEL (l'Office de télécommunications du Royaume-Uni), dans le milieu des années 80 lors de la privatisation de British Telecom. Très rapidement, elle est devenue la forme de réglementation la plus adoptée actuellement en télécommunications dans le monde<sup>7</sup>. Comme nous l'avons déjà mentionné, selon certaines études économiques, semble-t-il, la réglementation par le plafonnement des prix, comporte un risque réglementaire qui influence les décisions d'investissement chez les opérateurs historiques réglementés. Or, l'impact de ce risque peut être négatif ou positif, selon la façon dont on applique la réglementation par le plafonnement des prix.

Après avoir décrit le fonctionnement de la réglementation par le plafonnement des prix, nous analyserons comment son application influence les décisions d'investissement des opérateurs historiques en télécommunications.

En effet, sous le plafonnement des prix<sup>8</sup>, les prix des services de monopole sont sujets à un maximum indexé sur l'inflation et l'accroissement prévu de la productivité que l'opérateur ne doit pas dépasser. Elle est appliquée pendant une période qui varie habituellement entre trois et cinq ans. Cette méthode comporte un certain nombre d'avantages qui incitent l'opérateur historique en télécommunications à être plus efficace. Elle vise à supprimer le lien avec les inefficacités de coût et à augmenter la rentabilité de l'opérateur. L'atout majeur qu'offre la méthode de réglementation par plafonnement des prix est qu'elle offre une certaine flexibilité<sup>9</sup> à l'opérateur historique ; lui permettant

---

<sup>7</sup>Aux États-Unis, en quinze ans, au moins 48 États ont opté pour la réglementation de leur opérateur historique sur le marché du local par les *price-cap* (Sappington, 2002, table 2). En 1995, 35 États aux États-Unis appliquaient le taux de rendement contre 9 pour les *price-cap*. En 2000, 8 États appliquaient le taux de rendement contre 39 pour les *price-cap*, Kirchhoff, (1998a,b) ; au Canada, la CRTC applique depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1998, la réglementation par le *price-cap* aux opérateurs historiques en téléphonie.

Elle est également adoptée en France, Allemagne, Belgique, Italie, Ireland, Pays-Bas, Honk Kong, Japon, Bolivie, Honduras, Mexique, Pérou (OCDE, 1999).

<sup>8</sup>Pour d'amples explications sur les implications du plafonnement des prix, voir Laffont et Tirole (2002) au chapitre 2.

<sup>9</sup>Laffont et Tirole (2000, page 93) et Sappington (2002).

ainsi de réagir efficacement et rapidement aux menaces de la concurrence. Cependant, selon Laffont et Tirole (2000, page 87) et Sappington (2002), le plafonnement des prix ne serait pas pratiqué dans son état pur<sup>10</sup>. En revanche on le retrouve sous forme combinée à d'autres méthodes de réglementation. Toutefois, contrairement à la réglementation par le taux de rendement, l'opérateur historique réglementé par les prix plafonds, est le seul bénéficiaire des profits qu'il réalise aussi longtemps qu'il respecte les "prix plafonds" fixés par le régulateur pour chaque service et/ou produit concerné.

Très souvent, les produits et/ou services des opérateurs sont groupés en différents paniers. Pour un opérateur qui détient un certain monopole sur un panier de produits ou services  $i$ , (par exemple, la téléphonie fixe locale ou mobile), théoriquement, la réglementation par plafonnement des prix se base sur la formule spécifique suivante :

$$P_{i,t} = (1 + IPC - X) P_{i,t-1} \pm Z_i \quad (2.17)$$

Où  $P_t$  et  $P_{t-1}$  sont respectivement les prix plafonds de la période courante et de la période précédente ;  $Z_i$  représente les effets exogènes qui affectent les coûts d'équipements ou les coûts de diverses unités de production et  $IPC$  représente l'indice des prix à la consommation. Dans le cas où la l'opérateur produit  $N$  biens et/ou services, la détermination du prix plafond change. Elle se base plutôt sur la formule suivante :

$$\bar{P}_t = \sum_{i=1}^N P_{i,t} \bar{\omega}_{i,t} \quad (2.18)$$

Où  $\omega_i$ , représente le poids prédéterminé de chaque bien ou service. Si on fixe le poids  $\bar{\omega}_i = q_i$ , alors on réplique une structure de tarification à la Ramsey-Boiteux (voir Laffont et Tirole, 2000, page 67, bax 2.3). L'agence de réglementation n'a pas nécessairement cet objectif. Par exemple, la tarification à la Ramsey-Boiteux peut avoir des "conséquences

---

<sup>10</sup>Selon Laffont et Tirole (2000, page 92), le plafonnement des prix seul n'est pas optimal. .

redistributives néfastes”. Feldstein (1972), argumente d’ailleurs que si les agents sont hétérogènes, Ramsey-Boiteux n’est pas optimal.

Plus souvent, l’analyse des comportements d’investissement de l’opérateur historique sous le régime de taux de rendement se fonde plus sur une base théorique (exemple Averch et Johnson, 1962) qu’empirique. Mais sous le régime de plafonnement des prix, la littérature fonde plutôt l’analyse des comportements d’investissement de l’opérateur historique beaucoup plus sur des études empiriques que théoriques. Parmi ces études nous notons celle de Sappington et Ai (2002). Ils analysent les impacts des réglementations incitatives (*price cap, rate case moratoria, earnings sharing*), sur un nombre de variables dont la modernisation des réseaux et les investissements chez les opérateurs historiques sur le marché des télécommunications aux États-Unis entre 1986 et 1999. Dans cette étude les auteurs trouvent que l’ampleur de la modernisation du réseau, du déploiement des câbles fibre optique et de la réduction des coûts d’opération est plus important sous les réglementations incitatives que sous la réglementation par le taux de rendement.

Greenstrein et al. (1995), évaluent l’impact de la réglementation incitative dont le plafonnement des prix sur le déploiement des câbles fibre optique et des technologies modernes de commutation notamment les technologies ISDN et SS7, chez des opérateurs historiques locaux de télécommunications aux États-unis entre 1986 et 1991. Ils trouvent que la réglementation par le plafonnement des prix augmente significativement (de l’ordre de 100%), le déploiement des câbles fibre optique de même que celui des commutateurs modernes par rapport à la réglementation par le taux de rendement. Tardiff et Taylor (1993), trouvent que la réglementation incitative à l’instar du plafonnement des prix, peut être associée au déploiement rapide des commutateurs numériques au cours des années 1980 à 1990.

Au lendemain de la ratification de la “*Telecommunication Act*” en 1996 aux États-Unis instaurant définitivement la réglementation par le plafonnement des prix, les opérateurs historiques avaient multiplié leur dépenses pour se doter d’infrastructures modernes. Par exemple la SBC avait investi 1,1 milliard de dollars pour mettre à jour son réseau.

Les compagnies régionales ont aussi, depuis l'*Act*, investi dans leur réseau plus de 32 milliards de dollars<sup>11</sup>. Un très grand nombre de résultats empiriques existant dans la littérature de la réglementation montrent que parmi les types de réglementation existant, la réglementation par le plafonnement des prix serait celle qui a le plus d'effets incitatifs sur les investissements des opérateurs historiques. Cette augmentation des investissements pourrait être due à une plus large ouverture du marché et une concurrence entre les opérateurs entrants et l'opérateur historique<sup>12</sup>. Cependant, la détermination de l'impact réel de la réglementation par le plafonnement des prix sur l'investissement des opérateurs historiques ne semble pas être sans ambiguïté. La réglementation par le plafonnement des prix a été instaurée dans la plupart des pays à une période où les opérateurs en télécommunications accélèrent leur plan de "numérisation". Cette période correspond à celle de l'euphorie économique où les opérateurs historiques, bénéficiaient du boom des technologies de l'information et de la communication. De plus, avec les nouvelles formes de technologies basées entièrement sur le numérique, l'opérateur peut offrir plus efficacement des services de meilleure qualité. Dès lors que ces technologies représentent une amélioration du réseau par rapport à l'ancienne technologie analogique, l'augmentation des investissements en vue de leur déploiement serait tout à fait justifiée. Ceci nous amène à nous demander si ce n'est pas plutôt l'avènement des technologies de l'information et de la communication que l'introduction de la réglementation par plafonnement des prix qui justifie l'accroissement observé dans les investissements à la veille de l'an 2000. Nous avons décrit dans le premier chapitre que les technologies de télécommunications ont contribué dans une grande proportion à l'essor des investissements observé chez les opérateurs historiques à la veille de l'an 2000. Cependant, d'autres facteurs peuvent y concourir ou créer un environnement économique propice. Compte tenu du fait que la réglementation par le plafonnement des prix incite les opérateurs historiques à performer

---

<sup>11</sup>FCC '*Local Exchange Competition Under The 1996 Telecom Act*', 1997.

<sup>12</sup>Sappington et Ai (2002)

sur le marché devenu concurrentiel, on pourrait penser qu'elle aurait par ce fait même, contribué aussi à l'accroissement des investissements.

Cependant, certains auteurs notamment Tardiff et Taylor (1993), Sappington (2002), Abel (2000), Kridel et al. (1996), Sappington et Ai (2002), trouvent que la réglementation incitative dont le plafonnement des prix n'a pas d'impact significatif sur le niveau d'investissement des opérateurs historiques. En outre, la réglementation par le plafonnement est basée sur la révision périodique des différentes composantes de la formule de base. Par exemple, en fin de période, le facteur de productivité  $X$  et la composition du panier de produits et de services sont révisés et ajustés et l'on fixe les prix avant de décider de la date du réexamen suivant. Plus l'intervalle de réexamen est bref entre chaque fixation des prix plafonds, plus la réglementation par le plafonnement des prix est semblable à la réglementation par le taux de rendement (voir Acton et Vogelsang, 1989). Baumol et Klevorick (1970) et Armstrong et al. (1996), viennent corroborer la thèse de Acton et Vogelsang (1989), en affirmant que, plus l'intervalle de réexamen de la réglementation par plafonnement des prix est courte, plus l'incitation à la réduction des coûts d'investissement sera faible. De plus, le régulateur en réexaminant les composantes de la formule du prix plafond est influencé dans l'évaluation des possibilités d'amélioration des performances, par les résultats que l'opérateur a obtenu au cours des dernières années et qui se reflètent évidemment dans son taux de profit. Il apparaît alors clairement que l'agence de réglementation utilise le taux de rendement comme référence pour fixer le prix plafond. Ce faisant, l'opérateur pourrait être incité à gonfler ses coûts. Par ailleurs, comme l'augmentation du prix plafond est basée sur celui de l'indice des prix à la consommation, lors du réexamen, les coûts exogènes sont évalués par l'indice des facteurs  $Z$  (par exemple une augmentation des impôts sur des sociétés). Or, cette augmentation des impôts sur les sociétés pourrait affecter tous les coûts de l'opérateur historique et donc pourrait être perçue par l'opérateur comme une augmentation du coût des intrants. Dans cette circonstance, s'il n'y a aucun mécanisme pour faire l'ajustement correspondant dans les taux, l'opérateur de téléphone ne pourra pas ventiler les coûts additionnels et aura moins

d'incitation à investir. Selon Alexander et Irwin (1996), la réglementation par plafonnement des prix en exposant les opérateurs à de plus grands risques, pourrait également augmenter leur coût de capital et ainsi les inciter à sous-investir. En outre, il convient de mentionner également les problèmes liés à la modification inopinée ou brusque du facteur de productivité  $X$ . En effet, certaines agences de réglementation sont amenées à briser de manière inattendue le contrat de la réglementation par la modification du facteur de productivité lorsque le taux de rentabilité de l'opérateur réglementé devient excessif. C'est le cas du Royaume-Uni où les taux de rendement élevés qu'on escomptait pas ont conduit à une modification inattendue de la valeur du facteur  $X$  dans les télécommunications et dans l'électricité. Cela pourrait pousser également l'opérateur réglementé à se livrer à diverses activités inefficaces comme le gonflement des coûts et la mise en place des capacités excédentaires. Par conséquent, on aboutirait aux mêmes conclusions que Averch et Johnson (1962). Selon Armstrong, Cowan et Vickers (1996), la réglementation par plafonnement des prix inciterait les opérateurs à baisser la qualité des produits et services qu'ils offrent afin d'être plus compétitifs sur le marché. Par ailleurs, Guasch et Spiller (1994), considérant l'industrie de l'eau soutiennent que le potentiel de sous-investissement de la part des opérateurs historiques généralement réglementés par les prix est significativement fort. Ils expliquent en affirmant que compte tenu de la nature irrécupérable, de la spécificité et du caractère d'extrême durabilité des équipements servant à l'exploitation de l'eau, l'agence de réglementation pourrait fixer des prix artificiellement bas une fois qu'elle sera assurée que les capitaux investis sont irrévocablement irrécupérables. La conséquence pour l'opérateur c'est qu'il risque de ne pas avoir une marge bénéficiaire suffisante pour compenser les investissements antérieurs. Les auteurs soutiennent que dans une telle situation, l'opérateur historique sera contraint de rester sur le marché et d'offrir ses services mais sans faire d'investissements efficaces car, s'il décide de sortir du marché, cette sortie sera plus dispendieuse. C'est le cas observé en Californie lors de la réglementation de l'industrie de l'électricité. Nous voyons donc, comment la

réglementation incitative en générale et la réglementation par le plafonnement des prix en particulier peuvent également inciter les opérateurs historiques à sous-investir.

Somme toute, nous retenons que la réglementation par le plafonnement des prix est basée sur une situation d'asymétrie d'information entre le régulateur et l'opérateur historique. De cette asymétrie d'information dépend le niveau d'investissement de l'opérateur historique. Par ailleurs, même si la réglementation par plafonnement des prix incite davantage à l'efficience productive, ses atouts par rapports à la réglementation par le taux de rendement dépendent de son application pratique. Pour toutes ces considérations, il est clair qu'il est encore tôt d'affirmer que la réglementation par plafonnement des prix encourage ou décourage les investissements.

### 2.3 *Le benchmarking, le yardstick regulation*

Une autre approche de la réglementation incitative est le *benchmarking* ou encore le *yardstick regulation*. Encore appelé réglementation par comparaison de performance, le *yardstick regulation* est une méthode de réglementation où la performance courante d'un opérateur est comparée à la performance d'autres opérateurs (ayant des équipements comparables) jugée plus efficiente. Le modèle de *benchmarking* est aussi une méthode de réglementation où l'agent régulateur adapte à une industrie donnée, des normes de performance déjà appliquées soit dans certains pays ou dans certaines entités économiques nationales ayant des structures de coûts équivalentes en tenant compte de la variabilité des autres facteurs de disparité des coûts. Elle a été mise en place dans le but de servir d'évaluation alternative du niveau d'efficience notamment la mesure du facteur de productivité X. Contrairement à la réglementation par le plafonnement des prix, la réglementation par le *benchmarking* ne recourt pas aux coûts de l'opérateur historique pour le réglementer. Cependant, elle a aussi pour mandat de réglementer l'opérateur historique de manière à lui permettre de réaliser un taux de rendement "juste et raisonnable" sur le capital investi. Le *benchmarking* a également pour rôle d'inciter les opérateurs à réduire



leurs coûts à long terme. La méthode en soit même, lorsqu'elle est appliquée, vise dans un contexte de marché ouvert, à encourager la rentabilité, l'innovation des opérateurs performants et à escamoter du marché les entreprises qui ne répondent plus aux besoins des consommateurs. Pour un opérateur  $i$ , qui est réglementé par le *benchmarking* produisant des biens et ou services à la période  $t$ , les prix de ses produits sont déterminés de la façon suivante.

$$P_{i,t} = \alpha_i C_{i,t} + (1 - \alpha_i) \sum_{j=1}^n (f_j C_{j,t}) \quad (2.19)$$

où  $P_i$  représente le *price cap* pour l'opérateur  $i$ ,  $\alpha_i$  représente la part du contrôle de l'information sur les propres coûts de la firme,  $C_i$  représente le coût de production unitaire de l'opérateur  $f_j$  représente les revenus ou les quantités pondérées pour des couples de firmes  $j$  tandis que  $C_{j,t}$  représente des coûts unitaires ou des prix pour des couples de firmes  $j$ ,  $n$  représente le nombre de couples firmes.

Selon Dalen (1998), le *yardstick regulation* est une méthode de régulation qui permet au régulateur de réduire sensiblement le problème de gain informationnel<sup>13</sup> dû à l'asymétrie d'information dont jouit l'opérateur historique. Avec cette méthode de réglementation, le régulateur incite les opérateurs à l'efficiencia en récompensant les bonnes performances. Celles-ci qui sont établies par rapport à une certaine norme prédéfinie. Par exemple, le régulateur peut se servir de la moyenne des coûts de production dans l'industrie des télécommunications (soit au niveau local ou international) ou dans une autre industrie semblable à celle des télécommunications comme une référence de performance (*benchmark*) pour réglementer un opérateur historique en télécommunications. Notons également que cette méthode est utilisée pour promouvoir d'une manière indirecte, la concurrence entre diverses industries opérant dans des marchés géographiquement séparés.

---

<sup>13</sup> Nous ferons une analyse plus détaillée de ce concept avec le modèle de Biglaiser et Ma (1999).

S'agissant de l'impact que peut avoir le *yardstick regulation* sur les investissements de l'opérateur historique, Dalen (1998), fait une analyse où il distingue deux sortes d'investissements ; ceux spécifiques à l'industrie (c'est-à-dire qui affectent également la technologie des autres firmes de l'industrie) et les investissements spécifiques aux firmes (soit ceux propres à la firme qui n'ont pas d'externalité sur les autres firmes de l'industrie). Il trouve que l'impact du *yardstick regulation* sur les décisions d'investissement dépend de la nature des investissements technologiques. Il montre également que le *yardstick regulation* pourrait réduire les incertitudes qui peuvent être causées par les chocs technologiques et renforcer ex ante l'incitation de la firme à augmenter ses investissements. Ce qui fait que finalement, on enregistre une tendance à l'accroissement des investissements spécifiques à la firme, alors qu'il incite à la baisse les investissements qui sont spécifiques à l'industrie<sup>14</sup>. Cependant, en tenant compte des investissements spécifiques à la firme et des investissements spécifiques à l'industrie, l'effet du *yardstick regulation* sur l'investissement total reste encore incertain.

L'analyse rapide de ces principales méthodes de réglementation dites incitatives nous révèle que la réglementation incitative aurait une influence prépondérante sur les décisions d'investissement de l'opérateur historique. En revanche, mis à part le *yardstick regulation* qui semble inciter plus l'opérateur historique à accroître ses investissements à court terme, l'impact de la réglementation par le *price cap* reste encore ambigu. Cependant, les différentes méthodes de réglementation dites incitatives ont créé un nouveau climat de concurrence qui engendre une nouvelle forme de structure de marché différente du monopole classique dans lequel on retrouvait jadis l'opérateur historique. Ainsi, suivant la structure de marché dans laquelle se trouve l'opérateur historique, la stratégie d'investissement diffère. Dans les paragraphes suivants, nous allons voir que l'opérateur

---

<sup>14</sup>Dalen avance deux raisons pour expliquer ce sous-investissement. D'abord, la valeur ajoutée générée par les investissements est partiellement partagée avec les consommateurs, ensuite les investissements entrepris par l'opérateur influenceraient toute la technologie mais les externalités qu'ils créent ne sont pas pris en compte dans les investissements des autres firmes.

historique réagit en termes d'investissement des capitaux pour s'adapter à la nouvelle donne du marché.

## 2.4 Stratégie d'investissement

Très souvent la plupart des coûts engagés dans le déploiement des infrastructures de télécommunications<sup>15</sup> sont irrécupérables. La particularité de ce type d'investissement fait qu'il devient une des variables stratégiques utilisées par les opérateurs historiques pour confronter l'entrée de concurrents potentiels dans l'industrie des télécommunications. Pour étayer cette partie, nous utilisons essentiellement le modèle exposé par Tirole (1988, section 8.3). En effet, Tirole (1988, section 8.3), nous apprend que, l'opérateur historique semble avoir tendance à se servir de l'avantage que lui confère l'initiative (*first-mover advantage*)<sup>16</sup> pour développer différentes stratégies d'investissement en vue de restreindre ou de prévenir la concurrence. Tout en mentionnant que ces stratégies sont crédibles<sup>17</sup>, la littérature les qualifie de barrières à l'entrée. Dans plusieurs industries, il existe diverses stratégies d'investissement notamment l'accommodation, la dissuasion et le blocage à l'entrée. Mais étant donné que nos analyses portent sur le marché réglementé des télécommunications donc supposé libéralisé, les stratégies encore possibles sont celles de l'accommodation et à la limite la dissuasion par la préemption. En effet, à cause du nombre restreint d'opérateurs sur le marché des télécommunications, le modèle de Stackelberg, pourrait bien s'adapter à ce marché. Dans ce modèle, dépendamment de l'avantage que l'opérateur historique tire de l'initiative<sup>18</sup>, il sera porté à faire un sur-investissement ou un sous-investissement suivant le type de stratégie qu'il choisit. Voici la dynamique de marché telle qu'illustrée dans la littérature.

---

<sup>15</sup>Par exemple les câbles de fils une fois enfus sous terre ou dans les constructions n'aura plus une grande valeur économique si on les utilise pas pour ce à quoi ils étaient destinés au préalable.

<sup>16</sup>Pour plus d'explications concernant ce concept, voir Tirole (1988, page 315)

<sup>17</sup>C'est-à-dire que les décisions d'investissement de chaque firme sont irréversibles et qu'elles déterminent la production future.

<sup>18</sup>Plusieurs auteurs (Gilbert et Newbery, 1982; Reinganum, 1983), soutiennent que l'avantage que l'opérateur historique tire de l'initiative l'inciterait à déployer davantage de nouveaux réseaux.

Considérons un modèle à deux firmes, l'une représentant l'opérateur historique et l'autre la firme concurrente. Dans une première période, l'opérateur historique choisit un niveau d'investissement  $K_1$ , la firme concurrente observe  $K_1$  et choisit d'entrer ou non. Dans le cas où la firme concurrente n'entre pas sur le marché, l'opérateur historique dans la seconde période bénéficie d'une position de monopole et réalise un profit de :

$$\pi^{1m}(K_1, x_1^m(K_1)) \quad (2.20)$$

Où  $x_1^m(K_1)$ , représente le choix de monopole en seconde position (il peut être la production de l'opérateur historique). Dans le cas où la firme concurrente décide d'entrer sur le marché, les deux firmes vont choisir simultanément  $x_1$  et  $x_2$  (pour la firme entrant) en seconde période. Les profits seront respectivement pour l'opérateur historique et la firme entrant déterminés comme suit :

$$\pi^1(K_1, x_1, x_2) \quad (2.21)$$

et

$$\pi^2(K_2, x_1, x_2)$$

Le niveau d'investissement  $K_1$  est supposé comme une donnée et  $(x_1, x_2)$  sont déterminées par un équilibre de Nash soit  $\{x_1^*(K_1), x_2^*(K_1)\}$ . Maintenant, supposons que l'opérateur historique choisit arbitrairement  $x_1$ . La firme 2 réagit en choisissant une action  $R_2(x_1)$  pour maximiser son profit en  $x_2$ . L'opérateur historique réagit à son tour à l'action de la firme concurrente par l'action  $R_1(x_2)$  pour maximiser son profit  $\pi^1(K_1, \tilde{x}_1, R_2(x_1))$  en  $\tilde{x}_1$ . Cela devient alors un jeu d'ajustement séquentiel jusqu'à ce que les deux firmes aboutissent à l'équilibre de Nash stable. En choisissant un niveau d'investissement, l'opérateur historique affecte le profit de la firme concurrente de la façon suivante :

$$\frac{d\pi^2}{dK_1} = \frac{\partial \pi^2}{\partial K_1} + \frac{\partial \pi^2}{\partial x_1} \frac{dx_1^*}{dK_1} \quad (2.22)$$

Cet effet peut être scindé en deux, soit un effet direct constitué par l'expression  $\frac{\partial \pi^2}{\partial K_1}$  et un effet stratégique représenté par l'expression  $\frac{\partial \pi^2}{\partial x_1} \frac{dx_1^*}{dK_1}$ . Étant donné que nous analysons l'impact des investissements nous ne nous concentrerons que sur l'effet stratégique. Tout investissement  $K_1$  réalisé par l'opérateur historique change ex post son comportement par le facteur  $\frac{dx_1^*}{dK_1}$  affectant en retour le profit de la firme concurrente par le biais de  $\frac{\partial \pi^2}{\partial x_1}$ .

Si  $\frac{d\pi^2}{dK_1} > 0$ , on dit que l'opérateur historique accommode l'entrée de la firme concurrente. Cette dynamique d'accommodation dans le marché des télécommunications peut être mentionnée par certaines pratiques telles que le partage des installations, l'augmentation de la capacité des points d'interconnection du réseau. Dans ces cas, l'opérateur historique serait tenu d'investir dans certaines installations pour accommoder les entrants. Woroch (2000), mentionne que l'opérateur historique semble recourir à cette stratégie dans le cas où de la dissuasion<sup>19</sup> est dispendieuse. Ainsi, dans le cas d'accommodation, l'incitation à l'investissement de l'opérateur historique dépend de la différentielle totale de son profit  $\pi^1(K_1, x_1^*(K_1), x_2^*(K_1))$ , par rapport à son niveau d'investissement  $K_1$  :

$$\frac{d\pi^1}{dK_1} = \frac{\partial \pi^1}{\partial K_1} + \frac{\partial \pi^1}{\partial x_2} \frac{dx_2^*}{dK_1} \quad (2.23)$$

---

<sup>19</sup>Dissuasion et Blocage

Si  $\frac{d\pi^2}{dK_1} < 0$ , on dit que l'opérateur historique applique la stratégie de dissuasion vis à vis de la firme concurrente. Selon que l'investissement que va entreprendre l'opérateur historique le renforce ou non, il aura tendance à surinvestir ou sous investir par rapport au niveau d'investissement en monopole pour rendre les investissements du potentiel entrant non rentables ( $\pi^2(K_1, x_1^*(K_1), x_2^*(K_1)) \leq 0$ ). Ainsi, il aura tendance à surinvestir lorsque cet investissement le renforce et sous investir dans le cas contraire.

Dans la mesure où la firme concurrente ne peut faire face à cette stratégie de marché, elle sera tout simplement bloquée à l'entrée.

Par ailleurs, il arrive que l'on retrouve plusieurs opérateurs historiques dans l'industrie. Dans ce cas pour dissuader une autre firme d'entrer sur le marché, Gilbert et Vives (1986) montrent qu'on a tendance à observer un surinvestissement de la part de chacun des opérateurs historiques au lieu d'observer une baisse des investissements selon la théorie sur les biens publics.

Cette différentielle peut être décomposée en deux effets. D'abord, l'effet direct ou l'effet de la minimisation des coûts  $\frac{\partial \pi^1}{\partial K_1}$ . Cet effet persiste même si l'investissement de l'opérateur historique n'affecte pas la production de la firme concurrente. Ensuite l'effet stratégique  $\frac{\partial \pi^1}{\partial x_2} \frac{dx_2^*}{dK_1}$ . Il représente, l'effet que l'investissement de l'opérateur historique a sur le comportement de l'opérateur concurrent dans la seconde période. La conséquence liée à cette relation est que l'opérateur historique investit plus lorsque l'effet stratégique est positif, tandis qu'il investit moins dans le cas où l'effet stratégique est négatif. Mais plus souvent, lorsque l'opérateur historique applique la stratégie d'accommodation, il a tendance à augmenter ses investissements de manière à limiter les profits de la firme concurrente aussi longtemps que l'hypothèse selon laquelle la valeur marginale du capital de chaque opérateur diminue avec l'augmentation du niveau d'investissement de l'autre sera respectée. Woroch (2000), aboutit également à la même conclusion que Tirole (1988), lorsque l'opérateur historique se trouve dans une situation de marché où la concurrence est basée sur des installations<sup>20</sup>. L'auteur, explique ce phénomène en disant que, lorsque l'opérateur historique échoue dans sa tentative de préemption par l'investissement pour dissuader l'entrée d'un potentiel concurrent sur le marché, il a tendance à investir davantage pour augmenter sa capacité et ainsi accommoder l'augmentation probable de la demande qui résulterait d'une baisse probable des prix. De plus, Woroch (2000), en observant certains opérateurs historiques en télécommunications aux États-Unis, trouve qu'à chaque fois qu'un potentiel concurrent investit sur le marché, les opérateurs historiques augmentent leurs investissements. Cette situation répétée plusieurs fois, pourrait aboutir à un cycle vertueux d'investissements où l'opérateur historique répond à chaque investissement des opérateurs entrants par un investissement beaucoup plus important. Par contre, si on considère le stock de capital comme un intrant, l'opérateur historique diminue son stock de capital pour accommoder l'entrée de chaque opérateur additionnel sur le marché. Lieberman (1987b), avait déjà abouti à la même conclusion. Par ailleurs,

---

<sup>20</sup> On parle de la concurrence basée sur les installations en télécommunications, lorsqu'un potentiel opérateur concurrent construit son réseau en utilisant ses propres installations pour atteindre ses clients sans utiliser le réseau de l'opérateur historique.

Valletti et Cambini (2003), trouvent aussi que lorsque l'opérateur historique est obligé d'accommoder l'entrée dans un marché où les charges d'accès sont en constante baisse, ce dernier semble être incité à augmenter ses investissements en vue d'améliorer la qualité de son réseau.

En conclusion, la seule stratégie d'investissement qui semble se dégager sur le marché réglementé des télécommunications est celle de l'accommodation. De plus, nous avons pu constater que lorsque l'opérateur historique utilise cette stratégie, il manifeste des tendances au surinvestissement. Cependant, l'ampleur des investissements dépend de la maîtrise de l'information par l'opérateur historique. Ce sont les gains d'information réalisés par l'opérateur historique qui détermineront si ce dernier va plus, ou moins investir. D'ailleurs, certains auteurs, à l'instar de Biglaiser et Ma (1999), se sont penchés sur l'aspect du gain d'information pour expliquer l'impact de la structure du marché sur les décisions d'investissement de l'opérateur historique sous une réglementation incitative.

## 2.5 Modèle de Biglaiser et Ma (1999)

Selon ce modèle, l'opérateur historique prend la décision d'investissement après l'imposition de la politique réglementaire. Pour leur analyse, les auteurs posent comme hypothèses de base que :

- Les investissements se réalisent dans une perspective de long terme
- On peut douter de l'engagement et de la crédibilité du régulateur à long terme.
- Le régulateur garantit à la firme réglementée un profit non négatif.

Lorsque la réglementation est incitative, comme dans le cas du plafonnement des prix, la décision d'investissement de l'opérateur historique dépend du rendement marginal de l'investissement que ce dernier fait. Le rendement marginal à son tour, dépend de l'effet des investissements sur les coûts virtuels, sur la production physique et sur les coûts informationnels de l'opérateur historique.

En effet, les investissements de l'opérateur historique déterminent une distribution de coûts qui, une fois réalisée, constitue l'information privée de l'opérateur. Le régulateur dans ce contexte précis ne connaît pas parfaitement les vrais coûts de l'opérateur, ce qui contribue à une situation d'asymétrie d'information sur les coûts d'où un opérateur historique pourrait tirer des avantages. La distribution des coûts ainsi induite par l'investissement de l'opérateur, détermine une distribution de rente informationnelle. Dans ce contexte précis, l'opérateur pour maximiser son rendement, choisit un niveau d'investissement qui lui permet d'avoir une égalité entre le coût marginal d'investissement et la rente marginale d'information.

Cependant, lorsque d'autres entreprises entrent sur le marché, l'opérateur perd cette rente informationnelle. Pour minimiser cette perte d'information, il adopte diverses stratégies d'investissement qui dépendent de la structure du marché dans lequel il opère.

## Le modèle

Soit deux firmes, l'opérateur historique réglementé  $f_1$  et la firme entrant potentiel non réglementé  $f_2$ , les deux produisant les services homogènes.  $c$  et  $c_e$  représentent respectivement le coût marginal d'investissement constant de  $f_1$  et de  $f_2$ <sup>21</sup>. Pour un niveau d'investissement  $I$ , le coût marginal est distribué suivant un intervalle de coûts :  $[c_l, c_h]$ .

$F(c, I)$ , représente la fonction de distribution de coût et  $f(c, I)$ , la fonction de densité de coût. Le taux de risque ou le "hazard rate"  $h(c, I)$ <sup>22</sup> représente sensiblement le ratio  $\frac{F(c, I)}{f(c, I)}$ . Biglaiser et Ma supposent que le "hazard rate" augmente avec les coûts ( $c$ ) de l'opérateur historique. Cela équivaut à faire l'hypothèse que la fonction de distribution cumulative  $F(c, I)$ , est log-concave (voir Laffont et Tirole, 1993, p. 66, Assumption 1.2). Toute augmentation d'investissement entraîne une augmentation des coûts au premier ordre de dominance stochastique quel que soit le niveau de coût :  $\frac{\partial F(c, I)}{\partial I} \geq 0$ . Le coût virtuel est représenté par l'expression :  $c + \theta_1 h(c)$ . Le modèle suppose qu'il existe une

---

<sup>21</sup>Le modèle suppose que la firme  $f_2$  entre sur le marché avec une technologie donnée.

<sup>22</sup> $h(c, I) = h(c)$

$h(\tilde{c}, I) = h(\tilde{c})$



asymétrie d'information entre le régulateur et l'opérateur historique. Par conséquent, le régulateur, pour réglementer l'opérateur historique suppose un niveau de coût que devrait supporter ce dernier. Ce sont ces coûts supposés qu'on appelle : les coûts virtuels.  $\{\theta_1, \theta_2\} \in [0, 1]$ , sont respectivement les parts de marché de la firme  $f_1$  et  $f_2$ .

$q(c)$  et  $qe$ , représentent respectivement la quantité de produits et/ou services produite par les firmes  $f_1$  et  $f_2$ .

$Q(c)$  représente la quantité totale de produits et/ou services produite par les deux firmes ( $q(c) + qe$ ).

Le prix d'équilibre sur le marché est alors donné par la relation :

$$P(Q) \equiv \alpha - \beta Q; \quad (2.24)$$

étant donné

$$\alpha > c_h > c_l$$

Soient  $q(c)$  la quantité de service produite par un opérateur historique et  $t(c)$ , le transfert que ce dernier reçoit du régulateur pour minimiser la rente informationnelle. On définit un menu :

$$\{q(c), t(c) \mid c \in [c_l, c_h]\} \quad (2.25)$$

Lorsque,  $\theta_2 = 0$ ,  $\theta_1 = 1$ , l'opérateur historique occupe une position de monopoleur sur le marché, par conséquent adopte un type particulier de stratégie d'investissement. La rente informationnelle dans cette situation de monopole est donnée par la relation :

$$\int_{c_l}^{c_h} q(c) dc \quad (2.26)$$

Pour un niveau  $I$  d'investissement donné, la quantité optimale à produire serait :

$$q^*(c) = \frac{\alpha - c - \theta_1 h(c, I)}{\beta} \quad (2.27)$$

Le gain informationnel net des coûts d'investissement sera pour sa part

$$E(\pi(I)) = \frac{1}{\beta} \int_{c_l}^{c_h} \int_c^{c_h} (\alpha - x - \theta_1 h(x, I)) dx f(c, I) dc \quad (2.28)$$

Le profit net que l'opérateur historique réalise, est donné par l'expression suivante :

$$\Pi = E(\pi(I)) - I \quad (2.29)$$

L'intégration par partie de l'équation (2.28) donne :

$$U(I) = E(\pi(I)) = \frac{1}{\beta} \int_{c_l}^{c_h} F(c, I) (\alpha - c - \theta_1 h(c, I)) dc \quad (2.30)$$

Soit  $I^*$ , le niveau d'investissement qui maximise le profit net  $\Pi$  de l'opérateur historique. Il est très important d'examiner le rendement marginal d'investissement car c'est ce qui détermine la décision d'investissement de l'opérateur historique. L'impact des investissements sur la rente informationnelle espérée est donné par l'expression :

$$U'(I) = \frac{\partial E(\pi(c, I))}{\partial I} = \frac{1}{\beta} \int_{c_l}^{c_h} [F_I(c, I) (\alpha - c - \theta_1 h(c, I)) - \theta_1 h_I(c, I) F(c, I)] dc \quad (2.31)$$

Cet impact peut être décomposé en deux effets :

Le premier,  $F_I(c, I) (\alpha - c - \theta_1 h(c, I))$ , représente, pour un niveau de production optimal ( $q^*(c)$ ), l'accroissement de la rente informationnelle au premier ordre de dominance stochastique sur la distribution  $F(c, I)$  (c'est-à-dire que la réduction des coûts d'exploitation permet à l'opérateur d'accroître sa rente informationnelle)

Le deuxième effet,  $\theta_1 h_I(c, I) F'(c, I)$ , représente la perte due au manque de crédibilité du régulateur par rapport à la rente informationnelle anticipée.

En augmentant son investissement, l'opérateur historique change son coût virtuel,  $(c + \theta_1 h(c, I))$ , par  $\theta_1 h(c, I)$ . Donc, toute décision d'investissement de l'opérateur historique dépendra de l'évolution de la composante  $\theta_1 h(c)$ .

Ainsi, lorsque la dérivée du taux de risque en fonction des coûts  $c$ , par rapport à l'investissement est positive, c'est-à-dire  $(h_I(c, I) > 0)^{23}$ , la rente informationnelle de l'opérateur ainsi que sa production diminuent. Dans ce cas, l'opérateur historique diminue ses investissements. Cette situation de sous-investissement peut être celle observée chez les opérateurs historiques réglementés par le taux de rendement. Cette situation, peut également être le résultat d'une mauvaise application de la réglementation incitative comme ce fut le cas de l'électricité en Californie.

Par contre si,  $h_I(c, I) < 0$ , les coûts virtuels diminuent et le régulateur permet alors à l'opérateur d'augmenter sa production, ce qui pousse l'opérateur historique à augmenter ses investissements. Dans ce cas, il est probable que l'on observe l'effet A-J chez un opérateur historique réglementé par le taux de rendement.

Lorsque  $\theta_2 \neq 0$ ,  $\theta_1 \neq 1$ , le marché devient oligopolistique. Dans ce cas, le régime réglementaire (par exemple le plafonnement des prix), permet à la firme  $f_2$  de pénétrer sur le marché après que la firme  $f_1$  ait fait son investissement et que la forme de réglementation a été décidée. C'est-à-dire que le modèle suppose que la firme entrant  $f_2$  est un suiveur à la Stackelberg. Elle choisit, la quantité  $q_e(c)$  comme la meilleure stratégie

---

23

$$\begin{aligned} h_I(c, I) > 0 & \text{ si } \frac{\partial (\ln F(c, I))}{\partial I} > 0 \\ h_I(c, I) < 0 & \text{ si } \frac{\partial (\ln F(c, I))}{\partial I} < 0 \end{aligned} \tag{2.32}$$

par rapport à la quantité  $q(c)$  de  $f_1$ . La maximisation du profit de  $f_2$  est donnée par la relation suivante :

$$\max_{q_e \geq 0} [\pi_2(c_e, I) = (\alpha - \beta(q(c) + q_e)q_e - c_e)] \quad (2.33)$$

$$q_e(c) = \begin{cases} \frac{\alpha - \beta q(c) - c_e}{2\beta} & \text{si } q(c) \leq \frac{\alpha - c_e}{\beta} \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

Soit  $\hat{c}$ , tel que  $\hat{c} \in [c_l, c_h]$ , le niveau des coûts de l'opérateur historique à partir duquel l'entrant pourra produire. La firme  $f_2$  produira si et seulement si les coûts de l'opérateur historique sont suffisamment élevés, c'est-à-dire que lorsque  $c > \hat{c}$ .

**Proposition 1**

*Pour  $\hat{c} \leq c$ , et  $c_e = \hat{c} + \theta_1 h(\hat{c})$ , l'opérateur historique produit avec un bas niveau de coûts. Dans ce cas, il ne serait pas profitable pour la firme  $f_2$  de produire. La production de  $f_1$  devient la même que celle de la situation de monopole. Pour  $\hat{c} > c$ , la firme  $f_2$ , pourra entrer sur le marché et produire. Dans ce cas, la production optimale pour l'opérateur  $f_1$  est donnée par l'expression suivante :*

$$q^+(c) = \frac{\alpha - c - \theta_1 h(c)}{\beta} + \frac{1}{\beta} \left[ \frac{2\theta_2 - 3}{2\theta_2 + 1} \right] (c + \theta_1 h(c) - c_e) \quad (2.34)$$

Alors le profit net espéré des coûts d'investissement de  $f_1$  est donné par l'expression :

$$\begin{aligned} E(\pi(c_e, I)) &= \frac{1}{\beta} \int_{c_l}^{c_h} \int_c^{c_h} (\alpha - x - \theta_1 h(x, I)) dx f(c, I) dc - \\ &\quad \frac{1}{\beta} \left[ \frac{3 - 2\theta_2}{2\theta_2 + 1} \right] \int_{\hat{c}}^{c_h} \int_c^{c_h} (x + \theta_1 h(x, I) - c_e) dx f(c, I) dc \end{aligned} \quad (2.35)$$

En intégrant par partie (2.35), nous avons :

$$\begin{aligned} E(\pi(c_e, I)) &= \frac{1}{\beta} \int_{c_l}^{c_h} F(c, I) (\alpha - c - \theta_1 h(x, I)) dc - \\ &\quad \frac{1}{\beta} \left[ \frac{3 - 2\theta_2}{2\theta_2 + 1} \right] \int_{\hat{c}}^{c_h} F(c, I) (c + \theta_1 h(x, I) - c_e) dc \end{aligned} \quad (2.36)$$

En nous référant à l'équation (2.36), le profit espéré peut être décomposé en deux parties.

La première :

$$\frac{1}{\beta} \int_{c_l}^{c_h} F(c, I) (\alpha - c - \theta_1 h(c, I)) dc \equiv U(I) \quad (2.37)$$

représente la rente informationnelle espérée de l'opérateur historique en monopole.

La seconde partie de l'équation (2.36) soit :

$$\frac{1}{\beta} \left[ \frac{3 - 2\theta_2}{2\theta_2 + 1} \right] \int_{\hat{c}}^{c_h} F(c, I) (c + \theta_1 h(c, I) - c_e) dc \equiv V(I) \quad (2.38)$$

représente la perte de la rente informationnelle lorsqu'une firme entre sur le marché. Pour tout  $\hat{c}$ , définit par :

$$c_e = \hat{c} + \theta_1 h(\hat{c}, I) \quad (2.39)$$

et

$$\theta_2 \leq 1$$

la perte de la rente informationnelle ( $V(I)$ ), lorsque la firme  $f_2$  entre sur le marché est toujours positive ( $V(I) \geq 0$ ). Le rendement marginal de l'investissement de l'opérateur historique lorsque la firme  $f_2$  est sur le marché s'évalue alors par l'expression suivante :

$$\frac{\partial E(\pi(c_e, I))}{\partial I} = U'(I) - V'(I) \quad (2.40)$$

Où

$$U'(I) = \frac{1}{\beta} \int_{c_l}^{c_h} [F_I(c, I) (\alpha - c - \theta_1 h(c, I)) - \theta_1 h_I(c, I) F(c, I)] dc \quad (2.41)$$

et

$$V'(I) \equiv \frac{1}{\beta} \left[ \frac{3 - 2\theta_2}{2\theta_2 + 1} \right] \int_{\hat{c}}^{c_h} [F_I(c, I) (c + \theta_1 h(c, I) - c_e) + F(c, I) h_I(c, I)] dc \quad (2.42)$$

L'équation (2.42), ne représente que la baisse marginale de la rente informationnelle. Cette expression représente également la différence entre les rendements marginaux d'investissement de l'opérateur historique en situation de monopole et en situation d'oligopole. Elle se décompose à son tour en deux termes.

Le premier terme,  $\left[ \frac{3 - 2\theta_2}{2\theta_2 + 1} \right] (c + \theta_1 h(c, I) - c_e)$ , représente la variation du premier ordre de dominance stochastique dans la distribution  $F_I(c, I)$ , par rapport à la réduction de la production de la firme  $f_1$  suite à l'entrée de la firme  $f_2$ . Formellement, on a :

$$\left[ \frac{3 - 2\theta_2}{\beta(2\theta_2 + 1)} \right] (c + \theta_1 h(c, I) - c_e) = q^*(c) - q^+(c) \quad (2.43)$$

Il capte l'effet de la diminution de la rente informationnelle de l'opérateur historique qui résulte de la baisse de la production suite à l'entrée d'autres firmes sur le marché.

Le deuxième terme,  $\left[ \frac{3 - 2\theta_2}{2\theta_2 + 1} \right] F(c, I) h_I(c, I)$ , capte la variation de la production anticipée par rapport à la variation des coûts virtuels  $h_I(c, I)$ , ceci à l'annonce d'un changement dans le mécanisme de la réglementation optimale.

Lorsque  $h_I(c, I)$ , est positif, cela veut dire que les coûts virtuels augmentent avec l'investissement. Dans ce cas, toute augmentation du niveau d'investissement de la part de l'opérateur historique devrait aboutir à une baisse de sa production et ensuite, à une réduction de son rendement marginal d'investissement. L'opérateur historique dans cette situation, aura tendance à réviser à la baisse ses investissements. C'est là un argument que l'on pourrait avancer pour justifier le sous-investissement des opérateurs historiques réglementés par le plafonnement des prix.

Par contre si  $h_I(c, I)$ , est négatif, cela veut dire que toute augmentation du niveau d'investissement de l'opérateur historique devrait aboutir à une augmentation de son rendement marginal d'investissement. Dans cette circonstance, l'opérateur historique,

aura tendance à augmenter ses investissements quelque soit le type de réglementation qui lui est appliquée.

De plus, si  $F_I(c, I) > 0$  et  $h_I(c, I) > 0$ , cela conduirait à  $V'(I) > 0$ . Par conséquent, la firme  $f_1$  devrait à l'équilibre diminuer son niveau d'investissement à cause de l'entrée d'autres firmes sur le marché.

Soit,  $h_I(\hat{c}, I)$ , la variation du taux de risque par rapport à l'investissement avec un niveau de coût  $\hat{c}$ . Le rendement marginal de l'opérateur historique peut également être affecté par le niveau des coûts de l'entrant. Dans ce cas, la décision d'investissement de l'opérateur dépendra de l'impact que la variation du taux de risque par rapport à l'investissement, a sur le rendement marginal d'investissement anticipé.

Ainsi, si la firme  $f_2$  décide d'entrer sur le marché et de produire, l'impact de ses coûts de production sur le rendement marginal d'investissement anticipé de l'opérateur historique est donné par l'expression suivante :

$$\frac{\partial^2 E(\pi(c_e, I))}{\partial c_e \partial I} = \frac{1}{\beta} \left( \frac{3 - 2\theta_2}{2\theta_2 + 1} \right) \left[ \int_{\hat{c}}^{c_h} F_I(c, I) dc + \frac{\partial \hat{c}}{\partial c_e} F(\hat{c}, I) \theta_1 h_I(\hat{c}, I) \right] \quad (2.44)$$

Si  $h_I(\hat{c}, I) < 0$ , alors l'opérateur historique augmentera ses investissements à cause de la réduction des coûts de production de l'entrant ( $c_e = \hat{c} + \theta_1 h(\hat{c}, I)$ ;  $c_e > 0, \hat{c} > 0$ ).

Mais lorsque  $h_I(\hat{c}, I) > 0$ , le rendement marginal d'investissement diminue si les coûts de production de l'entrant diminuent. Dans ce cas précis, l'opérateur historique devrait diminuer ses investissements.

Cependant, notons que l'impact des coûts de production de la firme entrant sur les décisions d'investissement de l'opérateur historique reste encore ambiguë.

Par ailleurs, il nous semble important de pouvoir comparer les volumes d'investissement de l'opérateur historique dans un marché monopolistique et dans un marché oligopolistique.

Soit  $I^+$ , le niveau d'investissement qui maximise les profits  $E(\pi(c_e; I)) - I$ . Pour que l'opérateur historique réglementé choisisse  $I^+$  et  $I^*$ , respectivement sur les marchés de monopole et d'oligopole, il faut que :

$$\begin{aligned} U(I^*) - I^* &\geq U(I^+) - I^+ \\ U(I^+) - V(I^+) - I^+ &\geq U(I^*) - V(I^*) - I^* \end{aligned} \quad (2.45)$$

La simplification de cette équation donne :

$$V(I^+) \leq V(I^*) \quad (2.46)$$

La comparaison des niveaux d'investissement dans les deux marchés réglementés dépend de la nature de la fonction de perte informationnelle. Il serait plus facile de comparer les deux niveaux d'investissement si et seulement si, la fonction  $V(I)$  est monotone. Supposons que cette fonction soit monotone.

**Proposition 2**

*Si  $V(I)$ , est croissant, alors  $I^* \geq I^+$ . Par contre si  $V(I)$ , est décroissante, on a :  $I^* \leq I^+$ .*

*La condition suffisante pour que  $V'(I) \geq 0$ , et que  $I^+ < I^*$ , est que  $h_I(c, I) > 0$  pour tout  $c$ . Même si  $h_I(c, I)$ , est parfois négatif, si sa valeur absolue est inférieure à  $F_I(c, I)(c + \theta_1 h(c, I) - c_e)$ ,  $V'(I)$  devrait rester positif. En revanche, la condition nécessaire pour que  $I^+ > I^*$ , est que  $h_I(c, I) < 0$  pour un sous-ensemble de l'intervalle de la distribution des coûts,  $[c_l, c_h]$ . La comparaison devient plus difficile lorsque la fonction n'est pas monotone.*

Somme toute, le niveau d'investissement de l'opérateur historique est plus élevé en régime de monopole qu'en régime d'oligopole. Cependant, la rente informationnelle est toujours faible en régime d'oligopole.

À l'instar de l'industrie de l'électricité, l'industrie des télécommunications est caractérisée par des investissements discrets. Par conséquent, l'investissement qui maximise



la rente informationnelle de l'opérateur historique est unique dans la situation de monopole. Par exemple pour différents niveaux d'investissement  $I_j$  et  $I_k$  tel que  $j \neq k$ , si  $I_j$  est l'investissement optimal qui maximise la rente informationnelle, on aura comme relation d'inégalité :  $U(I_j) - I_j > U(I_k) - I_k$ . Dans ce cas,  $c_e > c_h + \theta_1 h(c_h, I_j) \equiv \bar{c}_h$ , et l'entrée ne sera pas profitable pour la firme concurrente. L'opérateur historique qui choisit ce niveau d'investissement n'est généralement pas influencé par l'entrée d'autres firmes dans l'industrie. Cependant, bien que la rente informationnelle diminue, on noterait une possible augmentation de la production totale.

Ce modèle nous montre comment la structure du marché réglementé influence les comportements d'investissement de l'opérateur historique. Selon la récente littérature<sup>24</sup>, la réduction des rentes informationnelles due à la concurrence ferait du marché oligopolistique la plus optimale, même si on note l'existence des économies d'échelle dans la production.

---

<sup>24</sup>voir Auriol et Laffont (1992)

TAB. 2.1: Récapitulatif des impacts de la réglementation sur les décisions d'investissement

Type de réglementation	taux de rendement	<i>price cap</i> concurrence		<i>Benchmarking</i> <i>Yardstick</i> <i>regulation</i>
Structure du marché	monopole	monopolistique	oligopolistique	concurrence
Impact sur les décisions d'investissement	+	Ambigu	Ambigu	+

## Conclusion

À la lumière de ce qui précède, nous retenons que l'impact des changements réglementaires sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques, semble dépendre de la relation qui existe entre l'opérateur historique réglementé et l'agence de réglementation. L'accès à l'information est un facteur très important dans l'application d'une réglementation optimale. Les résultats de la littérature semblent indiquer que la réglementation par le taux de rendement a un impact positif sur les décisions d'investissements. Par contre, l'impact de la réglementation par le plafonnement des prix dépend de l'évolution des coûts virtuels et du taux de risque de l'opérateur historique. Cet impact peut être positif ou négatif, tout dépend de la façon dont il est appliqué. En revanche, la réglementation par le *benchmarking* ou le *yardstick regulation* semble avoir un impact clair et positif sur les décisions d'investissement.

# Chapitre 3

## Méthodologie

Dans les chapitres précédents, nous avons identifié les changements technologiques et les différentes réformes réglementaires comme variables et analysé leurs impacts sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. Nous avons également dans un parcours littéraire, montré comment les réformes réglementaires peuvent modifier une structure de marché existante et induire de nouveaux comportements stratégiques d'investissement chez un opérateur historique. Finalement, à travers le modèle de Biglaiser et Ma (1999), nous avons intégré les diverses formes de réglementation aux différentes structures de marché pour en dégager les effets significatifs sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques sur un marché donné. Dans le présent chapitre, nous essayerons d'aménager les divers éléments de méthodologie qui ficeleront notre recherche.

En effet, dans un premier temps, nous présenterons les données. Dans un deuxième temps, nous choisirons et décrirons des modèles et des méthodes d'analyses empiriques adaptés à nos données, pour ensuite procéder aux estimations économétriques des modèles que nous aurons retenu. Après avoir esquissé les signes des effets attendus, nous terminerons ce chapitre en présentant et en commentant les résultats de nos estimations économétriques.

## 3.1 Les données

Les données recueillies en panel constituent des informations sur 21 opérateurs historiques opérant dans 17 pays à travers le monde de 1996 à 2001. Les données d'investissement, de profits, de type de réglementation en vigueur, de pourcentage des lignes numériques, sont extraites en quasi-totalité dans les rapports annuels des différents opérateurs historiques. Nous avons également eu recours à la base de données de l'Union International des Télécommunications (UIT), pour compléter les données sur la télédensité et les dates de libéralisation de certains marchés nationaux. En ce qui concerne les données relatives à la production intérieure brute par capita, nous avons eu recours à plusieurs sources d'informations comme la base de données de l'OCDE, du Fond Monétaire International et celle de la Banque mondiale. La liste des opérateurs historiques suivie de leur profil figure en annexe de même que toute la base de données.

### 3.1.1 Description des Variables

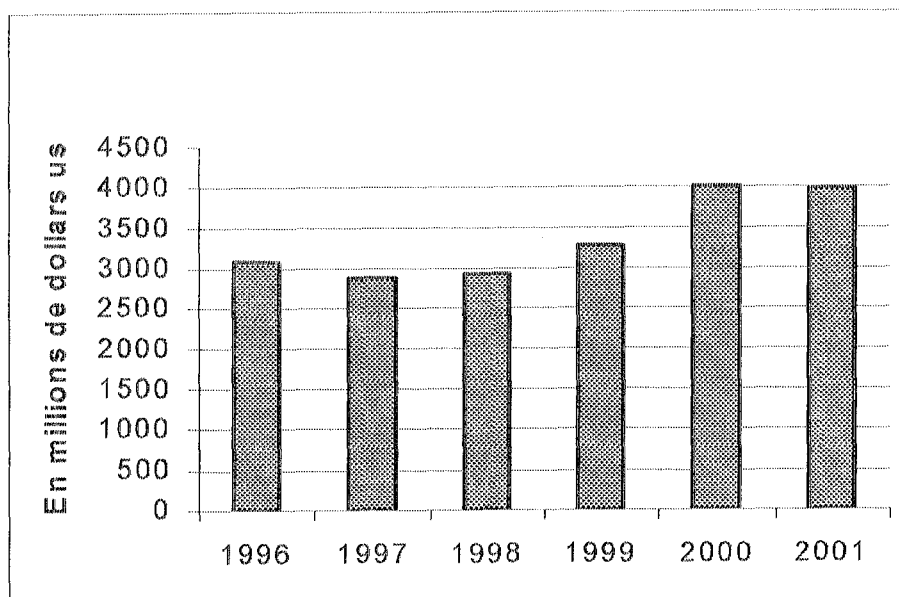
#### Variable endogène

La variable endogène représente essentiellement les données des investissements annuels en télécommunications consentis par les opérateurs historiques. On peut encore désigner ces investissements comme des dépenses d'équipement. Dans notre étude, les principaux éléments qui entrent dans leur évaluation sont les dépenses consacrées à l'achat d'équipements nouveaux, aux coûts d'installation et de maintenance des structures et des équipements de télécommunications sur une période de 12 mois. Chaque période commence le premier janvier et finit le 31 décembre de chaque année. Les données d'investissement que nous avons recueillies sont extraites en totalité des rapports annuels des différents opérateurs historiques qui constituent notre panel d'étude. Puisque toutes les données brutes d'investissement que nous avons collectées ne sont pas libellées en une seule devise, et afin d'avoir des données normalisées, nous avons converti tous les montants bruts exprimés en d'autres devises, en millions de dollars US. Le cours de

conversion pris en compte est celui ayant cours légal à la Federal Reserve Bank de New York le 31 décembre de chaque année pour la période d'étude soit 1996 à 2001. Voici un exemple pour illustrer notre procédure de normalisation des données d'investissement de notre panel. En 1996, Deutsche Telekom totalisait à la fin de l'année un investissement de 16885 millions de mark allemand (DEM), or le ratio au 31 décembre 1996 était  $\frac{1DEM}{1USD} = 0.64379$ . Donc, pour trouver la valeur en USD des investissements de Deutsche Telekom, nous ne faisons que multiplier 16885 millions DEM par 0.64379, ce qui nous donne 10870,40 millions USD. Les données d'investissement extraites sont des données consolidées incluant l'opérateur historique et ses filiales, avec tous les segments d'activité (télécommunications interurbaines, télécommunications internationales et télécommunications mobiles). Par conséquent, la normalisation des données d'investissement pourrait engendrer des écarts de mesure. En outre, pour ne prendre en compte que les tendances significatives, nous avons pris les données sous leur forme logarithmique normale à des fins de lissage. De fait, on remarque que de 1996 à 2000, les investissements des opérateurs historiques étudiés sont passés en moyenne de 3078 à 3996 millions de dollars US, soit une augmentation moyenne de 29%, pour ensuite être relativement stables et même décroître légèrement en 2001 (voir figure 3.1).

Cette figure nous montre que, de 1996 jusqu'au début de l'année 1998, les investissements ont connu une légère baisse avant d'amorcer une croissance jusqu'en 2000. L'explication possible que l'on pourrait donner à ces fluctuations, passe par l'évaluation des impacts de certains événements notamment les réformes réglementaires et les changements technologiques qui ont eu lieu au cours de cette période. Remarquons que ces variations peuvent aussi s'expliquer par une variation du coût du capital en raison des fluctuations boursières.

FIG. 3-1: Investissements moyens des opérateurs historiques



## Variables exogènes

### **La technologie : Le taux de lignes numériques**

Selon l'UIT, on obtient le pourcentage de lignes principales numériques, en divisant, le nombre de lignes principales connectées aux commutateurs numériques par le nombre total de lignes principales. Toujours selon l'UIT, on entend par ligne principale, une ligne téléphonique qui relie l'équipement terminal d'un abonné au réseau public commuté et qui dispose d'un accès individualisé dans l'équipement de commutation téléphonique. D'après les précisions de l'UIT, cet indicateur ne mesure pas le pourcentage de commutateurs numériques ni le pourcentage de lignes entre les commutateurs qui sont numériques. Cependant, le taux de lignes numériques est un indicateur déterminant pour mesurer le degré d'adaptation du réseau aux équipements modernes. Il constitue donc une mesure importante des changements technologiques qui ont lieu sur les équipements du réseau.

En effet, on remarque que le taux de numérisation moyen des opérateurs historiques du panel est passé de 89,89% en 1996 à pratiquement 100 % en 2001, soit une augmentation de 1,10 points. Ce qui représente de forts taux. En ce qui concerne la relation avec les investissements, la figure (3.3), montre une forte dépendance entre le taux de numérisation et les investissements. De plus, remarquons-nous que les investissements sont élevés lorsque le taux de numérisation est à son bas niveau (90%) en 1996, et que lorsque ce dernier tend vers 100% les investissements baissent (la baisse commence en 1997) pour ensuite se stabiliser à partir de 2000.



FIG. 3-2: Évolution du taux moyens de lignes principales numériques

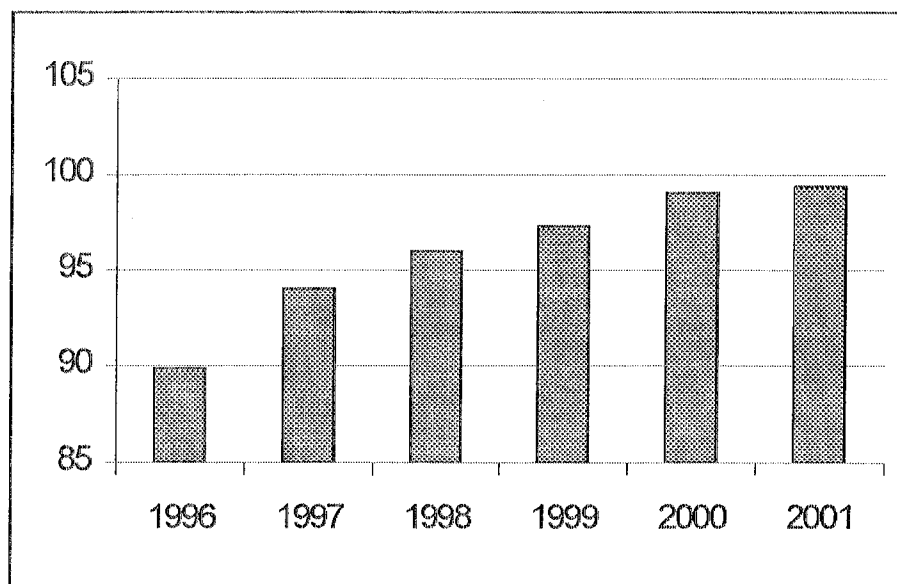
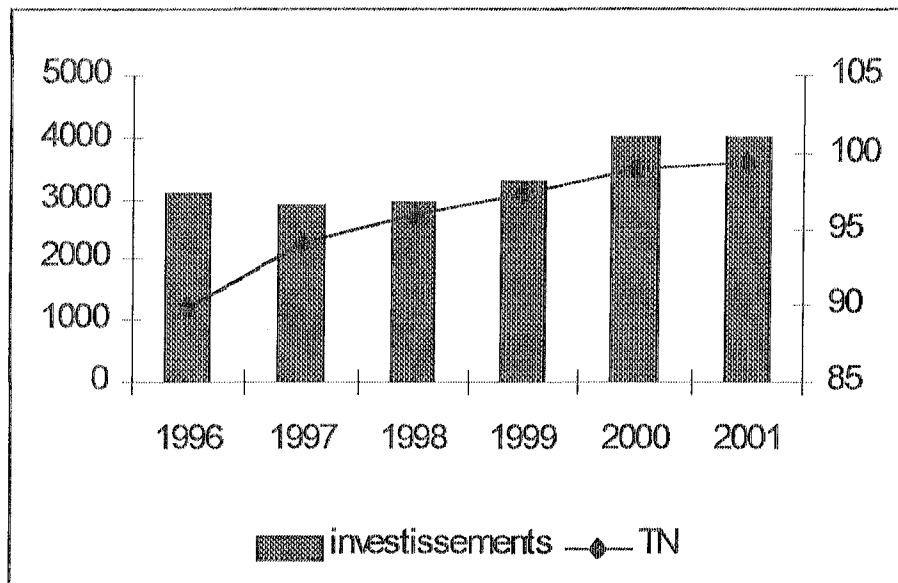


FIG. 3-3: Relation entre les investissements et le taux de numérisation



### Caractéristiques économiques

#### Revenus

#### Le Résultat d'opération avant intérêt, impôts et dépréciations (*EBITDA*)

La figure (3.4), nous montre que les Ebitda des opérateurs historiques ont connus en 1997, une baisse de 9.5% relativement à leur niveau de 1996. Ensuite, ces Ebitda ont augmenté de 11% en 1998; hausse qui s'est stabilisée pendant une année avant de s'accroître de 7% en 2000, pour enfin baisser de 10,4% en 2001. De plus, en voyant la figure (3.5), on remarque que les investissements suivent l'évolution des Ebitda. On peut clairement voir que les investissements baissent quand les Ebitda baissent et augmentent lorsque les Ebitda augmentent aussi. Pour les investisseurs et les analystes financiers, il peut servir de mesure de rentabilité. En effet, les figures 3.4 et 3.5, montrent que les périodes de hausse des indices boursiers du secteur des télécommunications correspondent aux périodes de croissance des Ebitda, tandis que les périodes de baisse des indices boursiers correspondent aux périodes de diminution des Ebitda des opérateurs historiques. Ce qui nous laisse penser que les Ebitda constituent un indicateur de rentabilité des

opérateurs historiques, confirmant ainsi la pertinence de notre indicateur. Remarquons que les Ebitda ne constituent pas une mesure de performance financière du point de vue comptable à cause de la différence entre les principes comptables de chaque pays. Malgré tout, bien qu'ils diffèrent d'un opérateur à un autre, ils constituent tout de même, aux yeux des investisseurs et des analystes un indicateur de revenu des opérateurs historiques.

FIG. 3-4: Ebitda des opérateurs historiques (en millions de dollars US)

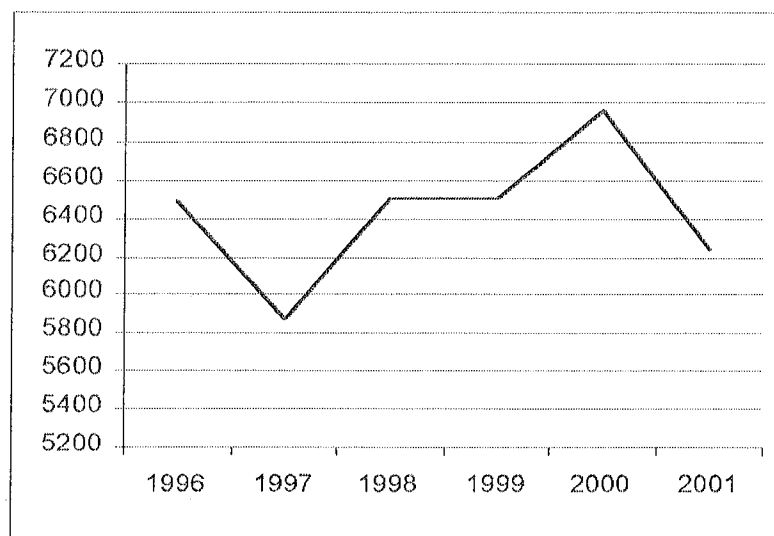
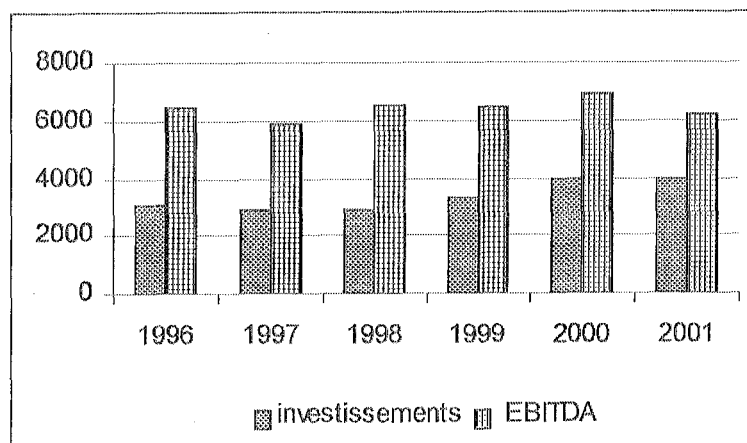


FIG. 3-5: Évolution des investissements par rapport aux Ebitda



## PIB par habitant

Le produit intérieur brut (PIB) par habitant en soit, représente l'évaluation du niveau moyen de revenu de chaque habitant dans un pays donné. Dans le cadre de notre recherche, nous avons considéré le PIB nominal de chaque pays d'origine des différents opérateurs historiques. La figure (3.6) nous montre que la moyenne du PIB par habitant a d'abord connu une augmentation en 1997 et que cette augmentation s'est stabilisée jusqu'en 1998. En 1999, le PIB par habitant a connu une baisse significative, baisse due à la diminution<sup>1</sup> du PIB par habitant des pays en développement (Chili, Argentine, Mexique, Corée du sud). Par ailleurs, il est bien établi qu'il existe une forte corrélation positive entre le PIB par habitant et le niveau de développement du secteur des télécommunications des pays (voir Roller et Waverman, 2001). Or, en voyant la figure (3.7), on constate que la moyenne des investissements semble répondre faiblement et même négativement aux variations de la moyenne du PIB par habitant. Cette différence de vue n'empêche cependant pas le fait que le PIB par habitant soit une variable des plus déterminantes qui affectent les décisions d'investissement chez les différents opérateurs historiques, d'autant plus que celle-ci donne une idée de la demande globale des biens et services. Il convient toutefois de souligner ici que le PIB par habitant que nous avons utilisé n'est pas déflaté à cause de la disponibilité des données auxquelles nous avons pu accéder. Notre principale inquiétude vient de cette utilisation. En effet, cela pourrait causer des biais importants. La baisse du revenu en 1999 dans les pays en développement est surtout toute chose étant égale par ailleurs, un phénomène de taux de change. Comme principale variation temporelle, nous nous demandons, dans quelle mesure cette variation temporelle subsisterait si on y apportait une correction pour amener le PIB réel, surtout si on corrigeait aussi la parité du pouvoir d'achat. Ces arguments font que notre utilisation du PIB nominal, n'élimine pas le risque que cette variable capte mal les fluctuations du revenu réel.

---

<sup>1</sup>Cette diminution du PIB des pays en développement est seulement relative au dollar américain à cause de la dévaluation des monnaies nationales.

Nous aurions préféré des PIB déflatés car ces derniers représentent mieux le revenu des individus d'un pays.

FIG. 3-6: PIB nominal moyen par habitant (en milliers de dollars US)

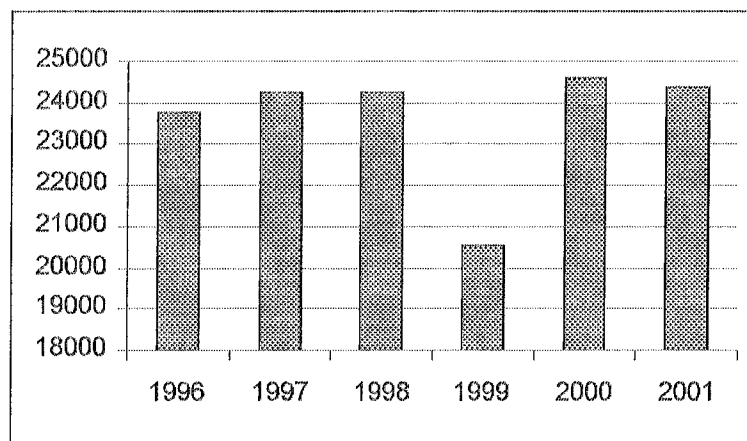
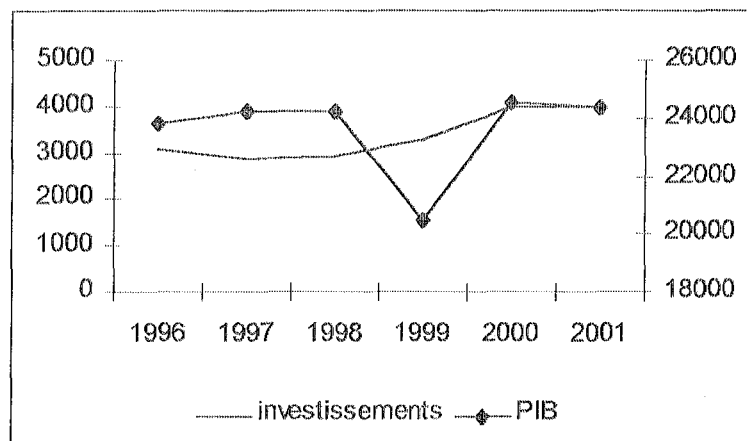




FIG. 3-7: Évolution des investissements par rapport au PIB par habitant



### La télédensité

Il mesure le nombre de lignes téléphoniques principales pour une population de 100 habitants. Cette variable constitue un indicateur du degré de pénétration de la téléphonie dans un pays. La (figure 3.7), nous montre que la télédensité moyenne de notre panel est passée de 47 % en 1996 à 54 en 2001, soit une augmentation de 14,7 %. La période de fortes croissance étant de 1996 à 2000. Par ailleurs, la richesse (la demande de biens et services) et la répartition géographique de la population constituent autant de facteurs déterminants dans l'extension des réseaux de télécommunications et donc la télédensité. Par conséquence, la télédensité influence aussi les décisions d'investissement des opérateurs historiques. En voyant la (figure 3.8), on pourrait dire que plus la télédensité augmente, moins importante est l'augmentation des investissements.

FIG. 3-8: Évolution de la télédensité (en unité)

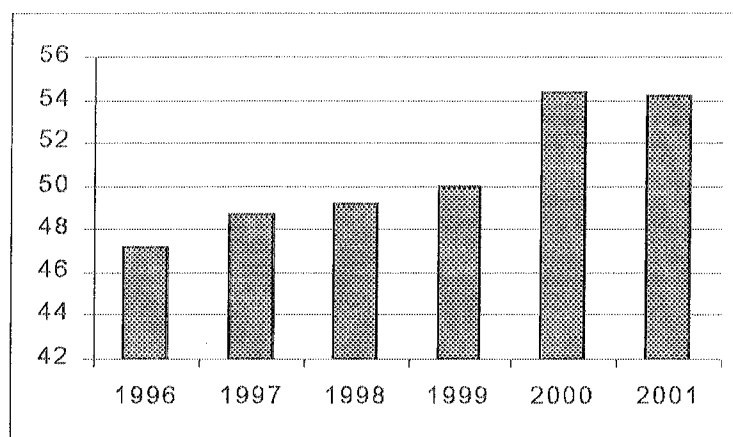
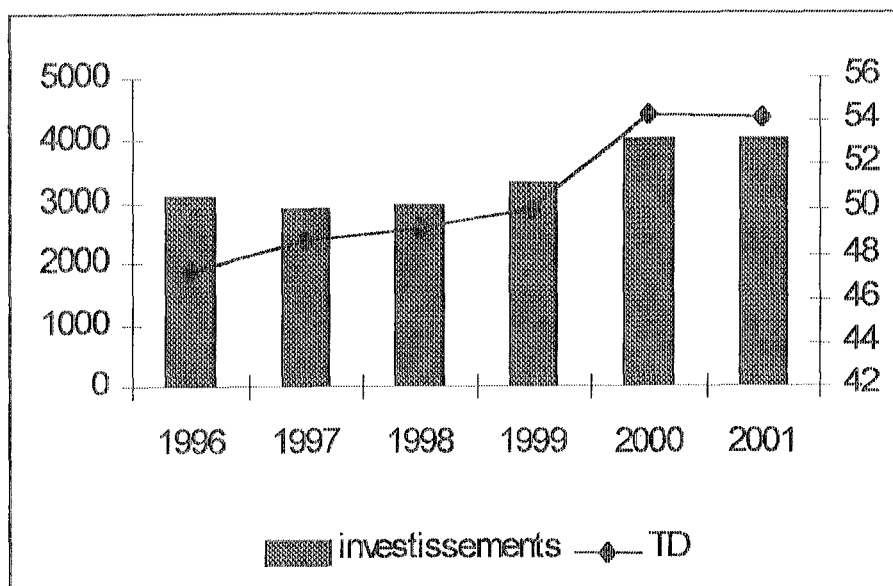


FIG. 3-9: Évolution des investissements par rapport à la télédensité



## La réglementation

C'est un ensemble de dispositions juridiques et économiques, défini par l'État et appliqué par un organe de réglementation au marché des télécommunications afin que ce dernier soit équitable, juste et loyal pour les consommateurs des services et attractif pour les investisseurs. La période de notre étude est marquée par le passage de l'application de la réglementation par le taux de rendement à celle du plafonnement des prix. Comme l'illustre la figure 3.9, l'année 1998 a été le point de départ de cette *migration réglementaire* massive. Nous pouvons par ailleurs, constater par la figure (3.11), que le nombre d'opérateurs historiques réglementés par le taux de rendement évolue négativement par rapport à la moyenne annuelle des investissements consentis par les opérateurs. De 1996 à 1997, parmi les opérateurs historiques du panel, 14 étaient réglementés par le taux de rendement contre 2 pour la période 1998 à 2001. Or, au cours de la période 1996 à 1997, on peut remarquer que le niveau de la moyenne annuelle des investissements consentis par les opérateurs historiques est basse par rapport à celle de la période 1997 à 2001. Ce qui voudrait dire, si nous nous limitons à la figure (3.11) que contrairement à la théorie de Averch Johnson (1962), la réglementation par le taux de rendement aurait un impact négatif sur les investissements des opérateurs historiques. En revanche, la figure (3.12), nous montre que la moyenne annuelle des investissements consentis par les opérateurs évolue positivement par rapport au nombre des opérateurs historiques réglementés par le plafonnement des prix.

En somme, comme nous l'avons déjà vu, les différentes réformes réglementaires du marché des télécommunications ont des impacts significatifs sur les décisions d'investissement des opérateurs économiques. Étant une variable qualitative, nous allons représenter les variables de réglementation par des variables indicatrices. En effet, cette variable prendra la valeur 0 pour indiquer que l'opérateur historique est réglementé par le taux de rendement et la valeur 1 pour indiquer qu'il est réglementé par le plafonnement des prix en particulier et ou les hybrides de la réglementation incitative en général. Par ailleurs, très souvent, la réglementation est étroitement liée à la libéralisation du marché des télé-

communications. Pour cela, il nous semble pertinent d'analyser l'effet de la combinaison des différentes réformes réglementaires au moment de la libéralisation. La variable désignant l'année de libéralisation sera également une variable indicatrice qui prendra la valeur 1 à l'année de libéralisation et 0 ailleurs.

FIG. 3-10: Nombre moyen d'opérateurs historiques sous le PP et sous TR.

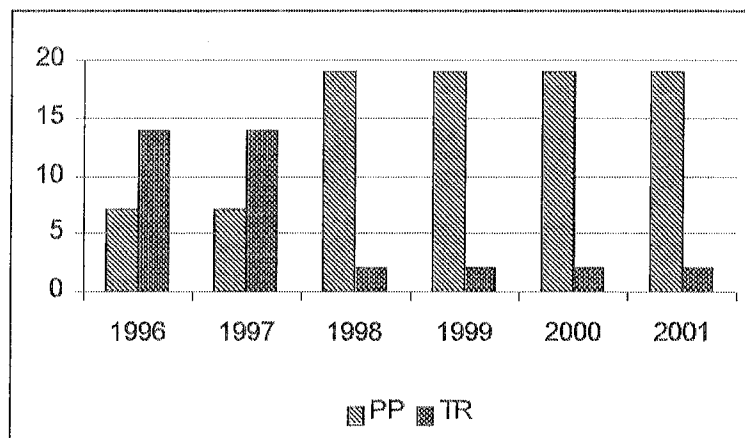
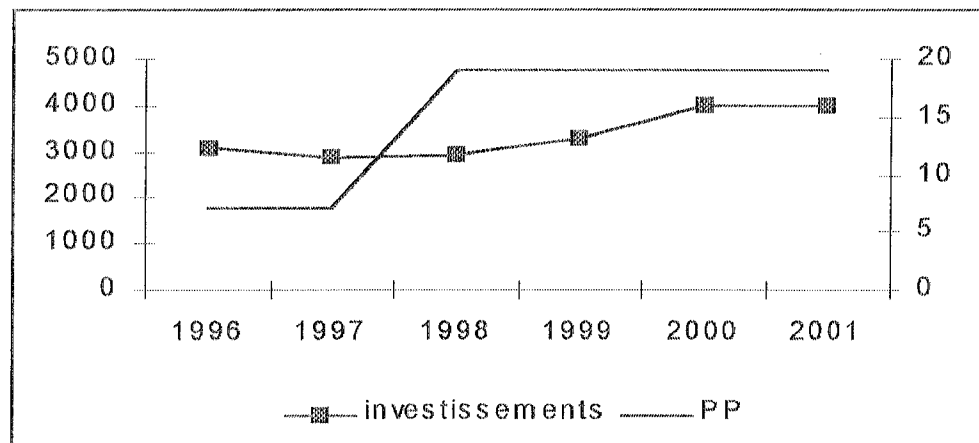


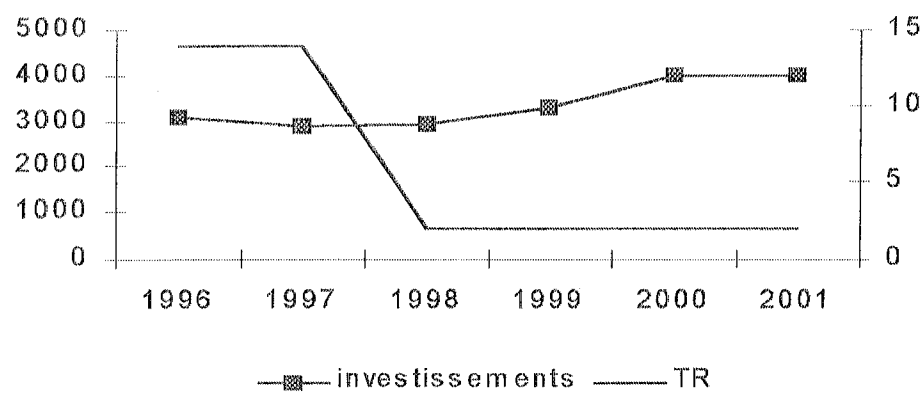
FIG. 3-11: Évolution des investissements par rapport au nombre d'OH réglementés par le PP



OH=Opérateur historique, PP=réglementation par le plafonnement. TR=réglementation par le taux de rendement



FIG. 3-12: Évolution des investissements par rapport au nombre d'OII réglementés par le TR



## 3.2 Choix du modèle et des méthodes d'analyse

Le choix de nos modèles et méthodes d'analyses empiriques repose essentiellement à la fois sur la nature, la structure des données de notre échantillon et les objectifs que nous voulons atteindre. Les données dont nous disposons sont des données regroupées en panel. Cela voudrait dire que ce sont des données croisées, qui ont deux dimensions (une dimension chronologique et une dimension statique) et qui rapportent les valeurs des variables considérées relevées pour l'ensemble, ou panel, d'opérateurs historiques sur une suite de périodes allant de 1996 à 2001. Autrement dit, si nous fixons un opérateur historique observé, nous obtenons une série chronologique ou coupe longitudinale de 1996 à 2001 le concernant, tandis que si nous fixons la période examinée, nous obtenons une coupe transversale, ou instantanée, pour l'ensemble des opérateurs historiques<sup>2</sup>.

En effet, les opérateurs historiques qui constituent notre panel d'étude diffèrent les uns des autres sur plusieurs plans et possèdent aussi certains points communs. Le but que nous recherchons est d'avoir un modèle économétrique qui puisse valablement nous permettre d'analyser les comportements d'investissement individuels, de groupe, des tendances généraux et même de dégager des profils au sein de notre panel. Ainsi, pour espérer avoir des résultats empiriques fiables, il nous faudrait une bonne approche analytique. Or cette bonne approche analytique repose sur le choix judicieux de nos modèles et méthodes d'analyse adaptables à notre recherche. De nombreux modèles économétriques ont été proposés, notamment lors des études d'analyses des entreprises dans le domaine des télécommunications avec des données croisées. Cependant d'une étude à l'autre, les modèles économétriques ne sont pas totalement standardisés. Le caractère particulier des données amène à considérer des spécifications et des méthodes d'estimation adaptées. Il convient donc, si nous voulons appliquer une méthode indiquée dans une étude antérieure, de nous assurer que nous avons bien identifié celle-ci. C'est pourquoi, nous allons

---

<sup>2</sup>Toutefois, nous tenons à souligner que si en marketing ou en statistique, le mot panel sert à désigner généralement un échantillon fixe d'individus interrogés à différentes périodes, en économétrie, le terme de données de panel sert à désigner des données croisées ayant généralement une dimension temporelle.

procéder à un bref parcours de la littérature des modèles et méthodes économétriques appropriés à ce genre de données et à ce genre de recherche. À la suite de ce parcours nous choisirons les modèles et les méthodes les plus appropriés pour l'analyse de nos données. Nous tenons toutefois à souligner que de cette multitude de modèles et de méthodes économétriques de traitement des données de panel, nous n'en retiendrons que quelques-uns pour justifier la pertinence de notre choix de modèle et de nos méthodes d'estimation.

### 3.2.1 Modèle de Greenstein, et al (1995)

Greenstein, et al (1995), pour étudier l'impact des différents types de réglementation sur le déploiement à long terme de divers infrastructures de télécommunications d'un panel de fournisseurs d'accès de téléphonie locale dans certains États des États-Unis entre 1986 à 1991, utilisent un modèle d'estimation de panel dont la forme réduite est la suivante :

$$Y_{kjt} = X_{kjt}\beta + \epsilon_{kjt} \quad (3.1)$$

La variable endogène  $Y$ , mesurée en logarithme naturel, représente le niveau d'infrastructure de chaque opérateur, c'est-à-dire le niveau de déploiement des câbles de fibre optique, des commutateurs ISDN, SS7 et d'autres commutateurs numériques.  $k$  désigne chaque firme opérant dans chaque état  $j$  à une période  $t$  allant de 1986 à 1991.  $X$ , représente la matrice des variables explicatives (prix plafond, prix gelé, taux de rendement, revenu moyen par habitant, nombre de concurrents dans l'industrie, la démographie).  $\beta$  désigne le vecteur des paramètres à estimer. Enfin  $\epsilon$  représente les aléas, supposés s'appliquer aux données du panel étudié. En ce qui concerne les résultats de l'estimation, nous les avons précédemment évoqués surtout dans la rubrique concernant la réglementation par le plafonnement des prix. Pour estimer le modèle, Greenstein et al (1995) utilisent la méthode d'estimation des doubles moindres carrés robuste aux aléas (c'est-à-dire une

méthode d'estimation qui n'est pas sensible aux effets causés par les aléas). Ils utilisent cette méthode d'estimation à cause du caractère endogène de certaines variables explicatives. Ils réussissent à faire ressortir les effets de chaque type de réglementation (taux de rendement, plafonnement des prix, partage des revenus, gel des prix), sur le niveau de déploiement des commutateurs SS7, ISDN, DSPC par les opérateurs analysés. De plus, puisque que les différents types de réglementation ne sont pas quantifiables, Greenstein et al (1995), utilisent les variables indicatrices pour mesurer leurs effets sur le déploiement des différentes technologies ci-dessus citées par les opérateurs analysés notamment Bell et GTE. Enfin, en tenant compte des caractéristiques économiques pour évaluer les impacts des politiques réglementaires sur le déploiement des différentes technologies par des fournisseurs d'accès de téléphonie locale aux États-Unis, Greenstein et al (1995), nous donnent une bonne idée des variables à considérer dans notre analyse empirique ainsi que de la forme générale du modèle à considérer. C'est également, un modèle qui pourrait nous permettre d'évaluer les effets des changements technologiques et des différentes formes de réglementation sur les données d'investissement des opérateurs historiques dans leur ensemble et individuellement. Toutefois, comme nos données ne se prêtent pas à une estimation par la méthode des doubles moindres carrées ordinaires, nous ne pouvons utiliser la méthode d'estimation employée par Greenstein et al (1995), dans son intégralité. Cependant, nous pouvons utiliser la structure du modèle proprement dit pour formuler un modèle qui puisse nous permettre de faire notre recherche.

### **3.2.2 Modèle de Wallsten (2001a)**

Pour étudier les effets de la concurrence, de la privatisation et de la réglementation sur la performance des opérateurs en télécommunications dans trente pays d'Afrique et d'Amérique latine de 1984 à 1997, Wallsten (2001a), utilise le modèle à effets fixes. Il

justifie ce choix par l'hétérogénéité des pays considérés et par la structure des données. La forme de son modèle est la suivante :

$$Y_{it} = \alpha_i + \gamma_i + \beta_1 (cell_{it}) + \beta_2 (private_{it}) + \delta (reg_{it}) + \theta (X_{it}) + \epsilon_{it} \quad (3.2)$$

La variable dépendante  $Y_{it}$  représente différents indicateurs de télécommunications notamment la télédensité, le nombre de publiphones par habitant, la capacité de connexion par habitant, le nombre d'employés par ligne standard et le coût d'appel téléphonique de trois minutes).  $cell_{it}$  désigne le nombre de téléphones cellulaires que possèdent les opérateurs autres que l'opérateur historique.  $private_{it}$  est une variable indicatrice qui indique si l'opérateur historique est privatisé ou non.  $reg_{it}$  est une variable indicatrice qui signale la présence d'un régulateur indépendant.  $X_{it}$  est le vecteur constitué de variables qui représentent les facteurs spécifiques à chaque pays  $i$  pour chaque période  $t$ . Ensuite, pour capter séparément les effets de la concurrence, de la privatisation, de la réglementation et savoir l'effet de leur interaction, Wallsten (2001a), réécrit son modèle comme suit :

$$\begin{aligned} Y_{it} = & \alpha_i + \gamma_i + \beta_1 (cell_{it}) + \beta_2 (private_{it}) + \beta_3 (cell_{it} \cdot reg_{it}) \\ & + \beta_4 (private_{it} \cdot reg_{it}) + \delta (reg_{it}) + \theta (X_{it}) + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (3.3)$$

D'un point de vue structure et formulation générale, les modèles de Greenstein et al (1995) et de Wallsten (2001a), sont similaires mais les méthodes d'estimation dans les deux cas sont différentes. Tandis que Greenstein et al (1995) utilisent les doubles moindres carrés à cause de l'endogénéité entre certaines variables exogènes, Wallsten (2001a) utilise le modèle à effets fixes car il suppose que les aléas  $\epsilon_{it}$  attribués à chaque opérateur historique sont des effets constants, non aléatoires, qui viennent simplement modifier la valeur des constantes  $\alpha_i + \gamma_i$  de l'équation (3.2) selon les valeurs de  $i$  et de  $t$ . Le modèle à effets fixes permet à Wallsten (2001a) d'évaluer, d'une part, séparément les effets de la privatisation, de la concurrence et de la réglementation et, d'autre part, les effets de leur interaction en considérant seulement l'aspect singulier et constant de chaque opérateur.

Par cette méthode, le modèle de Wallsten (2001a) nous offre une grande flexibilité. Nous pouvons également nous inspirer du modèle de Wallsten (2001a) pour dégager la tendance générale des décisions d'investissement des opérateurs historiques tout en considérant la spécificité de chaque opérateur historique du panel. Ainsi, l'approche du modèle de Wallsten (2001a), nous apporte une base théorique très importante pour notre analyse. Cependant, ce modèle ne nous permet pas de faire la même analyse si les effets propres à chaque opérateur historique sont des variables aléatoires. Il nous faut donc trouver un modèle qui tienne compte à la fois du caractère fixe et aléatoire des effets propres à chaque opérateur historique.

### 3.2.3 Modèle de Boylaud et Nicoletti (2001, 2000)

Pour évaluer les effets de la déréglementation sur la performance des opérateurs en télécommunications de 23 pays de l'OCDE entre 1991 et 1997, Boylaud et Nicoletti (2001, 2000), disposant des données en panel, font des estimations économétriques sur un modèle dont la forme réduite est la suivante :

$$Y_{ist} = c + \alpha_{is}f_i + Z'_s\beta_s + M'_s\gamma_s + R'_s\delta_s + \epsilon_{ist} \quad (3.4)$$

Où  $Y_{ist}$  représente la mesure de performance d'un opérateur de chaque pays  $i$  et dans un secteur d'activité  $s$  à une période  $t$ . La performance de chaque opérateur est évaluée par la productivité du travail, le prix et la qualité des biens et services qu'il produit. Les variables exogènes sont :  $f_i$  qui désigne les effets spécifiques à chaque pays ;  $Z_{ist}$  qui représente l'ensemble des caractéristiques économiques exogènes qui pourraient influencer sur la performance des opérateurs et qui sont autres que la réglementation et la structure du marché ;  $M_{ist}$ , qui représente un groupe d'indicateurs relatifs à la structure du marché ; et  $R_{ist}$  qui désigne un ensemble d'indicateurs relatifs à la réglementation.  $\epsilon$  représente les aléas, qui s'appliquent aux données de panel étudiées. Pour l'estimation du modèle, Boylaud et Nicoletti (2001, 2000) usent des méthodes d'estimation à effets fixes et à effets

aléatoires. Ce faisant, ils tiennent compte de toutes les formes de spécification propres à chaque opérateur, complétant ainsi le modèle de Wallsten (2001a), tout en gardant la même structure générale que celle du modèle de Greenstein et al (1995). Boylaud et Nicoletti (2001, 2000), trouvent que les modèles à effets aléatoires et à effets fixes représentent une amélioration par rapport au modèle linéaire simple car ce dernier ne tient pas adéquatement compte des différentes caractéristiques des unités transversales (opérateurs historiques dans cette étude) et donc, une estimation, par la méthode des moindres carrés ordinaires (mco) de telles données, conduirait à des résultats non fiables et biaisés. Cet argument vient corroborer et appuyer les arguments qui ont motivé le choix du modèle à effets fixes par Wallsten (2001a). Finalement, compte tenu de la similitude entre la structure et la nature de nos données avec celles utilisées notamment par Wallsten (2001a) et Boylaud et Nicoletti (2001, 2000), et, compte tenu des résultats concluants auxquels ils aboutissent, nous formulerons un modèle plus adapté aux données de notre panel et qui sera par conséquent la combinaison des deux modèles.

### 3.3 Modèle

Nous rappelons que la démarche que nous adoptons dans notre étude consiste à analyser l'impact des changements technologiques et réglementaires sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques en télécommunications dans différents pays. Pour cela, nous avons choisi de combiner les modèles de Wallsten (2001) et de Boyland et Nicoletti (2001, 2000), car non seulement ils semblent complémentaires mais aussi plus adaptables à nos données et aussi aux objectifs que nous voulons atteindre. Ainsi, la forme générale de notre modèle est la suivante :

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \beta Reg_{i,t-1} + \gamma T_{i,t} + \delta Ebitda_{i,t} + \theta Z_{i,t} + \varepsilon_{it} \quad (3.5)$$

Le modèle exprime pour chaque opérateur historique  $i$  (le nombre est variable selon la spécification de l'analyse. La valeur maximale étant égale à 21) à la période  $t$  (1996 à

2001), la variable dépendante  $Y_{i,t}$  représente les investissements en fonction des variables suivantes :

- $\alpha_i$  représente le niveau d'investissement incompressible, spécifique à chaque opérateur historique.
- $Rég_{i,t-1}$  représente la variable indicatrice du type de réglementation. Elle prend la valeur 1 pour désigner la réglementation par plafonnement de prix, et 0 pour désigner la réglementation par le taux de rendement.
- $T_{i,t}$  représente la variable liée à la technologie. Elle est représentée par le taux de lignes numériques par rapport au total des lignes téléphoniques principales dont dispose chaque opérateur historique mentionné dans le panel.
- $Ebitda_{i,t}$  désigne le résultat avant impôts, intérêts et dépréciations.
- $Z_{i,t}$  représente un ensemble de caractéristiques économiques exogènes censées influencer les décisions d'investissement des opérateurs historiques indépendamment de la réglementation et des changements technologiques. Cette variable regroupe le Pib nominal par habitant et la télédensité.
- $\varepsilon_{it}$  représente les aléas qui s'appliquent aux données du panel étudié.

### 3.3.1 Méthodes d'estimation

Comme nous l'avons pu constater, les modèles économétriques de traitement des données de panel couramment utilisés sont les modèles à effets aléatoires, fixes et les modèles à équations simultannées avec ou sans endogénéité entre les variables explicatives. Mais dans le cadre de notre analyse, nous nous attarderons plus sur les modèles à effets aléatoires et à effets fixes. La forme générale du modèle est :

$$Y_{it} = \alpha_i + X'_{it}\beta_i + \varepsilon_{it} \quad (3.6)$$

L'équation (3.5) peut être considérée comme un ensemble de  $N$  (le nombre d'opérateurs historiques analysés dans l'ensemble du panel, peut varier selon les profils) équations



réécrites sous une forme généralisée chacune avec  $t = 6$  observations. Pour des raisons de flexibilité dans l'explication du modèle et de facilité de rédaction, nous allons utiliser la forme réduite suivante

$$Y_i = \alpha_i + X'_{it}\beta_i + \epsilon_{it} \quad (3.7)$$

où  $Y_i$  est la variable dépendante représentant les investissements,  $X'_i$  et  $\beta_i$  sont  $k$  vecteurs de régresseurs non constants et de paramètres désignant les variables explicatives de même que les paramètres à estimer.

La matrice de variance-covariance des résidus de cet ensemble d'équations est la suivante :

$$\Omega = E(\epsilon'\epsilon) = E \begin{pmatrix} \epsilon'_1\epsilon_1 & \epsilon'_1\epsilon_2 & \cdots & \epsilon'_1\epsilon_N \\ \epsilon'_2\epsilon_1 & \epsilon'_2\epsilon_2 & & \\ \vdots & & \ddots & \\ \epsilon'_N\epsilon_1 & \cdots & & \epsilon'_N\epsilon_N \end{pmatrix} \quad (3.8)$$

La différence entre la modélisation des effets fixes et des effets aléatoires ne porte uniquement que sur la spécification des aléas  $\epsilon_{it}$ . La forme de base des aléas s'écrivant de la façon suivante :

$$\epsilon_{it} = u_i + v_t + w_{it} \quad (3.9)$$

où  $u_i$  désigne un terme, constant au cours du temps, ne dépendant que de l'opérateur  $i$ ,  $v_t$  un terme ne dépendant que de la période  $t$ , et  $w_{it}$  un terme aléatoire croisé. La caractéristique fondamentale des modèles de traitement des données de panel, est que l'ensemble des équations est traité comme un système d'équations avec la méthode des moindres carrés ordinaires.

### Modèle à effets fixes

Nous usons du modèle à effets fixes car les opérateurs historiques diffèrent sur plusieurs plans. Ce modèle nous permet donc de prendre en compte notamment des effets propres non observés de chaque opérateur historique. Nous avons à estimer le modèle suivant :

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \beta R\acute{e}g_{i,t-1} + \gamma T_{i,t} + \delta Ebitda_{i,t} + \theta Z_{i,t} + \epsilon_{it} \quad (3.10)$$

La forme réduite de l'équation (3.10) peut s'écrire de la façon suivante :

$$Y_{it} = \alpha_i + X'_{it}\lambda_i + \epsilon_{it} \text{ avec } E(\alpha_i\epsilon_{it}) \neq 0 \quad (3.11)$$

Ce modèle, également appelé modèle de la covariance, suppose que les effets propres à chaque opérateur historique sont par hypothèse des paramètres fixes et les équations estimées doivent être considérées comme subordonnées aux valeurs des paramètres dans l'échantillon considéré. Autrement dit, le modèle suppose que  $u_i$  et  $v_t$  de la formule (3.9), sont des effets constants, non aléatoires, qui viennent simplement modifier la valeur de la constante  $\alpha_i$  de l'équation (3.11) selon les valeurs de  $i$  et de  $t$ . Chaque constante  $\alpha_i$  est un paramètre inconnu à estimer. Par ailleurs, l'introduction des variables indicatrices ou dummy variables des différents types de réglementation, nous permet de capter l'effet spécifique de chaque type de réglementation sur les investissements dans le temps.

L'estimation se fait par les MCO, après ajout aux variables explicatives des variables indicatrices associées aux opérateurs historiques  $i$  et aux périodes  $t$  (moins un opérateur historique et une période pour ne pas créer de colinéarité avec la constante).

Nous pouvons également réécrire l'équation (3.11), en isolant les variables indicatrices. Dans ce cas, nous obtenons la forme suivante :

$$y_{i,t} = \beta D_i + \lambda X_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (3.12)$$

où, la matrice  $D = [d_1 + d_2]$ ,  $d_1$  et  $d_2$  étant respectivement les variables indicatrices de la réglementation par le taux de rendement et par le plafonnement des prix du  $i^{\text{eme}}$  opérateur historique.

La matrice  $X$ , regroupe les données des variables exogènes plus la constante  $\alpha_i$  exceptées les variables indicatrices. Soit  $I_T$ , la matrice identité de format  $(T_i, T_i)$  composée de nombre 1 et  $ii'$  la matrice carrée de l'identité. Posons les transformations suivantes :  $X_* = M_d X$  et  $y_* = M_d y$ . Où  $M_d$  est une matrice telle que :

$$M_d = I - D(D'D)^{-1}D' \quad (3.13)$$

soit

$$M_d = \begin{bmatrix} M^0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & M^0 & & \\ \vdots & & \ddots & \\ 0 & 0 & 0 & M^0 \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

$M^0 = I_T - \frac{1}{T}ii'$ . Soit  $I_N$ , la matrice identité de format  $(N, N)$ . On définit un opérateur  $W$  tel que

$$W = I_N \otimes M^0 \quad (3.15)$$

où  $\otimes$  est l'opérateur produit Kronecker. On procède alors à la régression par les MCO de l'équation

$$W \times y_{it} = W \times \lambda' X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.16)$$

Cette régression équivaut à celle de  $[y_{it} - \bar{Y}_i]$  sur  $[X_{it} - \bar{X}_i]$  soit :

$$[y_{it} - \bar{Y}_i] = \lambda' [X_{it} - \bar{X}_i] + [\epsilon_{it} - \bar{\epsilon}_i] \quad (3.17)$$

où  $\bar{Y}_i = \frac{\sum_t y_{it}}{N}$ ,  $\bar{X}_i = \frac{\sum_t x_{it}}{N}$  et  $\bar{\epsilon}_i = \frac{\sum_t \epsilon_{it}}{N}$ . L'estimateur  $b$  de  $\lambda$  est donné par

$$b = (X'WX)^{-1}X'WY \quad (3.18)$$

Les coefficients des variables indicatrices sont donnés par l'équation

$$D'Da + D'Xb = D'y \quad (3.19)$$

où

$$a = [D'D]^{-1} D' (Y - Xb) \quad (3.20)$$

Pour chaque opérateur  $i$ ,  $a_i$  est égal à la moyenne des résidus de chaque  $i^{\text{ième}}$  estimation.

Ou encore

$$a_i = \bar{y}_i - b\bar{x}_i \quad (3.21)$$

La matrice de variance-covariance des estimateurs de  $\lambda$  est donnée par

$$Var(b) = s^2 [X' M_d X]^{-1} \quad (3.22)$$

où

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y - a_i - x'_{it} b)^2}{NT - N - K} \\ s^2 &= \frac{\epsilon' \epsilon}{NT - N - K} \end{aligned} \quad (3.23)$$

$e'e$  étant la somme des carrés des résidus de l'estimation de l'équation (3.17) par les mco. Les effets fixes seront estimés à partir de :

$$\hat{a}_i = \frac{\sum_{t=1}^T (\bar{y}_i - \bar{x}_i' b)}{N} \quad (3.24)$$

En observant les investissements des différents opérateurs historiques, on peut aisément remarquer une disparité entre ceux-ci. Cette remarque nous conduit à soupçonner l'existence d'hétéroscédasticité, c'est-à-dire que la variance entre les investissements des différents opérateurs historiques n'est pas constante. La présence d'hétéroscédasticité parmi les données risque de rendre les estimateurs non efficaces si nous n'en tenons pas compte. Donc, pour avoir des estimations sans biais et à variances minimales, il voudrait en tenir compte lors de nos estimations. Afin de vérifier nos suspicions, nous recourons au test général de White (1985), pour détecter l'hétéroscédasticité dans les données pour ensuite soustraire les estimations de son effet.

Le test consiste alors à faire la régression suivante :

$$\begin{aligned} \varepsilon_{it}^2 = & \alpha_0 + \alpha_1 \text{Rég}_{i,t-1} + \alpha_2 T_{i,t} + \alpha_3 \text{Ebitda}_{i,t} + \alpha_4 Z_{i,t} \\ & + \alpha_5 (\text{Rég}_{i,t-1})^2 + \alpha_6 (T_{i,t})^2 + \alpha_7 (\text{Ebitda}_{i,t})^2 + \alpha_8 (Z_{i,t})^2 + \eta_t \end{aligned} \quad (3.25)$$

Nous calculons la statistique de White qui est égale au produit du nombre d'observations par la statistique  $R^2$  obtenue par la régression de l'équation (3.25), soit statistique de White =  $Obs \times R^2$ . La statistique de White est asymptotiquement distribuée suivant un khi-deux ( $\chi_k^2$ ) de degré de liberté égal au nombre de régresseurs moins la constante. Si la valeur calculée de White est inférieure à la valeur du  $\chi_k^2$ , on dit qu'il y a présence d'hétéroscédasticité et si la valeur calculée de la statistique de White est supérieure à la valeur du  $\chi_k^2$ , on dit qu'il y a absence d'hétéroscédasticité. Dans le cas où nous détectons

la présence d'hétéroscédasticité parmi les données ; nous procédons à la pondération de ces données par la matrice variance-covariance suivante :

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 I_T & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 I_T & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \sigma_N^2 I_T \end{bmatrix} \quad (3.26)$$

où  $\sigma_i$  est la variance obtenue avec les mco.

Enfin, en supposant que les perturbations aléatoires croisées  $w_{it}$  du terme de l'erreur (3.9), satisfont aux hypothèses classiques des MCO (c'est à dire elles sont centrées, homoscédastiques, indépendantes et normales), nos estimations sont optimales et permettent notamment les tests de Fisher pour tester la présence des effets fixes ; autrement dit, éprouver la nécessité des termes  $u_i$ . Pour faire ce test, on pose comme hypothèse nulle qu'il n'y pas d'effets fixes, en d'autres termes, que tous les coefficients  $\hat{a}_i$  sont nuls. Le test se formule alors comme suit :

$$F(n-1, nT-n-K) = \frac{(R_{nc}^2 - R_p^2) / (n-1)}{(1 - R_u^2) / (nT-n-K)} \quad (3.27)$$

où l'indice  $nc$  indique le modèle non contraint et  $p$  le modèle à effets fixes. Le test de Fisher est statistiquement significatif lorsque sa valeur calculée est inférieure au seuil de signification généralement fixé entre 5 et 10%.

### Modèle à effets aléatoires

Nous avons à estimer l'équation (3.10) mais cette fois-ci, la constante est subdivisée en deux composantes : une composante constante et une composante aléatoire. D'une façon un peu plus détaillée, nous pouvons écrire l'équation (3.10) comme suit :

$$Y_{i,t} = (c + u_i) + \beta Rég_{i,t-1} + \gamma T_{i,t} + \delta Ebitda_{i,t} + \theta Z_{i,t} + \varepsilon_{it} \quad (3.28)$$

Sachant que  $(c + u_i) = \alpha_i$ . La constante  $\alpha_i = (c + u_i)$ , comporte une partie aléatoire ( $u_i$ ) et une partie fixe ( $c$ ). En considérant que  $\epsilon_{it} = v_t + w_{it}$ , nous pouvons écrire l'équation (3.28) comme suit :

$$Y_{it} = c + X'_{it}\lambda_i + \epsilon_{it} + u_i \quad (3.29)$$

avec

$$E[u_i] = 0, \quad v[u_i] = \sigma_u^2, \quad E(u_i \epsilon_{it}) = 0$$

Le modèle à effets aléatoires encore appelé modèle à erreurs composées, suppose que les opérateurs historiques constituent un échantillon aléatoire et que les effets propres à chacun d'eux sont des variables aléatoires distribuées séparément, de moyenne nulle et de variance constante. C'est-à-dire que  $u_i$  et  $v_t$  de la formule (3.9), sont aléatoires. Comme hypothèses pour la spécification de base, nous supposons que :

- les  $u_i$ ,  $v_t$  et  $w_{it}$  sont centrés (espérance nulle).
- les  $u_i$ ,  $v_t$  et  $w_{it}$  sont homoscedastiques et d'écarts type respectifs  $\sigma_u$ ,  $\sigma_v$  et  $\sigma_w$ .
- les  $u_i$ ,  $v_t$  et  $w_{it}$  sont non corrélés et indépendants les uns des autres.

Contrairement au modèle à effets fixes, le concept de la modélisation des effets aléatoires est que les trois effets ne s'exercent plus sur la constante du modèle (3.28), mais effectivement sur la perturbation aléatoire  $\epsilon$ . En ce qui concerne la méthode, elle vise après-coup à préciser ces effets aléatoires pour en tenir compte afin d'affiner l'estimation.

Sous les hypothèses que nous avons indiqué ci-dessus, la variance de l'aléa  $\epsilon$  est donnée par :

$$var(\epsilon) = \sigma_\epsilon^2 = \sigma_v^2 + \sigma_w^2 \quad (3.30)$$

La variance totale des aléas du modèle est alors égale à :

$$Var[\epsilon_{it} + u_i] = \sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2 + \sigma_w^2 \quad (3.31)$$

Pour chaque opérateur historique  $i$ , les aléas d'une période à l'autre sont corrélés à cause de la composante commune qui est  $u_i$ . Ceci nous permet d'écrire :

$$Corr[\epsilon_{it} + u_i, \epsilon_{it} + u_i] = \rho = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} \quad (3.32)$$

La littérature nous apprend que le meilleur estimateur du modèle à effets aléatoires est celui des moindres carrés généralisés (MCG). Par conséquent, tout comme dans le cas de l'estimation par la méthode des doubles moindres carrés ou dans le cas de la méthode des variables instrumentales, nous allons procéder en deux étapes pour estimer le modèle à effets aléatoires.

- la première ; nous allons utiliser les résidus d'estimation obtenus avec les mco sur l'ensemble des observations pour ensuite estimer les composantes de la variance apparaissant dans la relation (3.31). En pratique, l'estimation de l'équation (3.29) par les mco, nous permet d'avoir la relation suivante :

$$E \left[ \sum_{t=1}^T (\epsilon_{it} - \bar{\epsilon}_i) \right] = (T - 1) \sigma_e^2 \quad (3.33)$$

De cette relation nous calculons l'estimateur non biaisé de la variance des mco (3.23) après avoir corrigé le degré de liberté

$$\hat{\sigma}_w^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)}{NT - N - K} \quad (3.34)$$



L'estimation du modèle à partir des moyennes individuelles  $(\bar{y}_i, \bar{x}_i)$ , nous permet de calculer les  $N$  moyennes des effets aléatoires tel que

$$\begin{aligned}\varepsilon_i^* &= \bar{y}_i - c - \lambda' \bar{x}_i \\ \varepsilon_i^* &= \bar{\varepsilon}_i + u_i\end{aligned}\tag{3.35}$$

Les variances indépendantes obtenues sont alors égales à :

$$Var[\varepsilon_i^*] = \sigma_*^2 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{T} + \sigma_u^2\tag{3.36}$$

Ensuite en incorporant le degré de liberté corrigé de la formule (3.36), on obtient l'estimateur non biaisé de la variance entre les opérateurs historiques  $\sigma_*^2$

$$\hat{\sigma}_*^2 = \frac{e_*' e_*}{N - K} = m_*\tag{3.37}$$

Et la variance du terme aléatoire de la constante

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{(\hat{\sigma}_*^2 - \hat{\sigma}_w^2)}{T}\tag{3.38}$$

- La deuxième : la structure de variance-covariance des aléas étant approximativement connue ; nous utilisons ensuite les estimations obtenues à la première étape pour estimer l'équation (3.28) par les moindres carrés généralisés.

Soit

$$\hat{\theta} = 1 - \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_*^2}\tag{3.39}$$

Nous posons

$$y_{it}^* = y_{it} - \hat{\theta} \bar{y}_i, X_{it}^* = X_{it} - \hat{\theta} \bar{X}_i, \varepsilon_{it}^* = \varepsilon_{it} - \hat{\theta} \bar{\varepsilon}_i\tag{3.40}$$

Ensuite, en appliquant les (mco) sur les transformations (3.40), nous obtenons les moindres carrés généralisés. Soit :

$$y_{it}^* = c + x_{it}^* \lambda + \epsilon_{it}^* \quad (3.41)$$

Comme résultats, nous avons l'estimateur  $\hat{\lambda}$  des moindres carrés généralisés sans biais à variance minimale et l'estimateur des effets aléatoires avec la formule suivante :

$$\hat{u}_i = \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_*^2} \sum_{t=1}^T \left( y_{it} - \hat{\lambda}' X_{it} \right) \quad (3.42)$$

Enfin, le terme des aléas est calculé à partir de l'équation :

$$\hat{\epsilon}_i = y_{it} - \hat{\lambda}' X_{it} - \hat{u}_i \quad (3.43)$$

Contrairement au modèle à effets fixes, l'estimation du modèle à effets aléatoires tient compte de l'hétéroscédasticité dans l'estimation de  $\hat{\lambda}$ , soit :

$$\hat{\lambda} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} Y$$

où  $\Omega$  est la matrice de variance-covariance du terme d'erreur composée. Par conséquent, une correction supplémentaire sera sans utilité dans des cas de présence d'hétéroscédasticité.

Tout comme pour le modèle à effets fixes, le modèle à effets aléatoires nécessite des tests pour être validé. Le test utilisé à cet effet est le test de Hausman (1978). Ce test repose sur l'opposition du modèle à effets fixes à celui à erreurs composées. Selon la littérature, la probabilité pour que les effets spécifiques aléatoires soient corrélés avec les variables explicatives est grande. Par conséquent, l'estimateur obtenu avec les moindres carrés généralisés pourrait être biaisé. Dans ce cas, seul l'estimateur du modèle à effets fixes est sans biais et efficace. Toutefois, l'estimateur des mcg sera efficace que si l'on

prouve l'indépendance entre les effets spécifiques aléatoires et les variables explicatives. D'où l'utilisation du test de Hausman pour vérifier l'hypothèse de non-corrélation entre les effets aléatoires et les variables explicatives. Cela étant, nous passons au test proprement dit. En supposant que l'hypothèse d'indépendance est respectée, nous obtenons que l'estimateur du modèle à effets fixes et des mcg sont asymptotiquement équivalents. Ainsi, nous procédons au test de vérification d'indépendance en utilisant la différence entre les deux estimateurs. Nous avons donc comme hypothèse :

$$\begin{aligned} H_0 & : \hat{\lambda} - b = 0 \\ H_1 & : \hat{\lambda} - b \neq 0 \end{aligned}$$

La statistique de Hausman est donnée par la relation :

$$W = \frac{(b - \hat{\lambda})^2}{Var[b] - Var[\hat{\lambda}]}, \quad (3.44)$$

$W$  étant distribué asymptotiquement comme un khi-deux avec un degré de liberté égal au nombre de paramètres estimés. La règle de décision est de rejeter l'hypothèse ( $H_0$ ) d'indépendance entre l'effet spécifique et les variables explicatives lorsque la statistique du test est supérieure à la valeur critique. Cela voudrait dire que si la valeur de  $W$  est supérieure à sa probabilité, on conclue que le résultat du test est significatif (c'est-à-dire  $H_0$  rejetée), le modèle à effets aléatoires est incorrect et le modèle à effets fixes est appliqué.

Selon Boylaud et Nicoletti (2001), le modèle à effets aléatoires semble du point de vue conceptuel, plus adapté pour traiter de vastes ensembles de données micro-économiques notamment lorsque les individus sont des ménages ou des entreprises d'un même pays par exemple. Quant au modèle à effets fixes, il semble mieux convenir dans des cas des données internationales. Cependant, la littérature sur les méthodes d'estimation appliquées aux

données de panel précise que le choix entre les deux spécifications ne peut se faire que cas par cas. Enfin, il convient de noter que, bien qu’il soit habituel d’utiliser les estimateurs d’effets fixes et d’effets aléatoires sur de petites bases de données temporelles comme la notre, la littérature conseille d’interpréter les résultats avec prudence. Les estimateurs ne sont efficaces et sans biais qu’asymptotiquement lorsque le nombre d’individus ou le nombre de périodes est important. En ce qui concerne les petits échantillons, les propriétés des estimateurs ne sont pas complètement connues.

### 3.4 Résultats attendus

Comme décrits dans la présentation des données, les variables indicatrices de la réglementation, ne peuvent pas à elles seules capter tous les effets que la réglementation par le taux de rendement et la réglementation par le plafonnement des prix ont sur les décisions d’investissement des opérateurs historiques. Toutefois, ces variables nous fournissent des informations sur la tendance globale des comportements d’investissement que les opérateurs historiques peuvent adopter face aux différentes réformes réglementaires dans l’industrie des télécommunications. Si nos observations, nous montrent que les investissements ont pris de l’importance depuis que plusieurs opérateurs historiques sont réglementés par le plafonnement des prix, rien ne nous indique que ce phénomène ne résulte pas simplement du nombre considéré. Selon la littérature, le simple passage de la réglementation par le taux de rendement à une réglementation incitative notamment la réglementation par le plafonnement des prix sans prédispositions adéquates, n’entraîne pas ipso facto la prise de décisions d’investissement efficaces chez les opérateurs historiques. De plus, la ligne de démarcation entre les deux types de réglementation est tellement mince qu’une application *aveugle* de la réglementation par le plafonnement des prix n’aura pas d’effets différents de ceux que la réglementation par le taux de rendement a sur les investissements des opérateurs historiques. Cependant, une application prudente et progressive des réformes réglementaires incitatives comme le plafonnement des prix aux

opérateurs historiques pourrait rendre les décisions d'investissement plus efficaces. Par conséquent l'impact de chaque type de réglementation sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques dépend de la façon dont celui-ci est appliqué et de son interaction avec d'autres réformes telles que la privatisation de l'opérateur, la libéralisation du marché et le nombre de concurrents sur le marché des télécommunications pour ne citer que celles-là. À cet effet, prenons l'exemple de la libéralisation du marché. L'impact de cette dernière sur les performances des opérateurs historiques pourrait être négatif ou positif tout dépendant de la manière dont elle est appliquée (voir Fink, Mattoo, et Rathindran, 2002). Il existe plusieurs séquences d'application de la libéralisation d'un marché, et, tous les séquences n'aboutissent pas très souvent au même résultat. Selon la littérature pour arriver à des résultats efficaces, il faut tenir compte de la particularité de chaque opérateur historique, du marché dans lequel il évolue et du contexte socio-économique national et international. Par ailleurs, en raison du climat de méfiance et d'incertitude que la libéralisation pourrait générer sur le marché, l'on devrait s'attendre à une baisse des investissements des opérateurs historiques. Dans ce contexte, l'application de la réglementation par plafonnement des prix à un opérateur ne fera qu'empirer l'état des investissements. Dans le cas où c'est la réglementation par le taux de rendement qui est appliquée, les effets restent difficiles à prédire. Cependant, on pourrait s'attendre à ce que les investissements baissent au niveau des services concurrentiels, au profit des services dont l'opérateur en a le monopole (exemple de la téléphonie locale).

En somme, toute combinaison de la réglementation avec la libéralisation du marché qui se veut efficace pour les investissements devrait tenir compte des plusieurs facteurs dont ceux que nous avons énumérer ci-dessus

Nous allons pour ce faire estimer l'équation suivante afin de voir si, les résultats obtenus concordent avec nos anticipations.

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 (\text{libéralisation} \times PP_{i,t-1}) + \beta_2 (\text{libéralisation} \times TR_{i,t-1}) \quad (3.45) \\ + \gamma T_{i,t} + \delta Ebitda_{i,t} + \theta Z_{i,t} + \varepsilon_{it},$$

où *PP* et *TR* signifient respectivement la réglementation par plafonnement des prix et la réglementation par le taux de rendement. La variable *libéralisation* est une dummy qui est mise pour l'année de libéralisation de marché national des différents opérateurs historiques.

S'agissant de l'impact des changements technologiques sur les décisions d'investissement, si nous nous référons à la littérature empirique et aux rapports annuels des opérateurs historiques, force est de constater que ces derniers font d'énormes efforts d'investissement pour l'acquisition, l'installation et l'application de nouvelles technologies en télécommunications. Les changements technologiques ont certes un impact significatif sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques, mais cet impact n'est pas ressenti de la même façon chez tous les opérateurs. Chez les opérateurs historiques des pays développés l'impact des mutations technologiques se ressent à travers les efforts de mise à jour des infrastructures de production et des efforts de convergence de différentes technologies tandis que chez leurs homologues des pays en développement, cet impact est surtout perçu à travers l'obsolescence précoce de leur infrastructure. Par ailleurs, en offrant aux opérateurs la possibilité d'augmenter leur performance, la technologie constitue très souvent la part la plus importante des investissements consentis. Au cours de ces deux dernières décennies, la grande partie des efforts d'investissement ont porté essentiellement sur la numérisation des réseaux de télécommunications. Dès lors, on devrait s'attendre à ce que les opérateurs historiques qui ont déjà ou presque fini de numériser leur réseaux diminuent leurs investissements en technologie (les opérateurs historiques des pays riches) tandis que ceux qui sont à la phase non avancée de numérisation augmentent les leurs (les opérateurs historiques des pays en développement).

La performance des opérateurs historiques en télécommunications aux yeux de leurs actionnaires est mesurée par plusieurs indicateurs dont le Ebitda. On pourrait donc dire que, plus l'opérateur génère un important Ebitda, plus il va attirer d'investisseurs et plus il va investir en infrastructures modernes. Par conséquent, on pourrait anticiper un impact positif du Ebitda sur les décisions d'investissement des opérateurs.

Notre panel est constitué pour la plus grande partie d'opérateurs historiques des pays développés. Comme nous l'avons décrit, la télédensité est un indicateur de pénétration des services téléphoniques dans les foyers d'un pays donné. Plus cette télédensité est élevée, moins les opérateurs historiques vont investir pour accroître cette pénétration. Le cas contraire est possible dans les pays en développement où la télédensité est encore faible. Dans ce cas, les opérateurs historiques devront augmenter leur investissement pour prendre de l'expansion. Cependant, la télédensité moyenne de notre panel est d'environ 50% (voir annexe 2). Cela voudrait globalement dire qu'en moyenne, seule la moitié de la population est desservie par le réseau téléphonique, et donc il reste une partie à couvrir. Dans ce cas, on s'attend à ce que cette moyenne encore faible de la télédensité ait un impact positif sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques.

Le produit intérieur brut est un indicateur qui reflète la richesse des habitants d'un pays. Considérant que le panel est constitué des pays dont le PIB par habitant est élevé, ce dernier ne devrait pas avoir un impact majeur sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. Ceci s'explique par le fait que les habitants ont déjà accès aux services téléphoniques standards. Même si leur richesse augmente ils chercheront à avoir certains services additionnels de téléphonie dont le déploiement ne nécessite pas de grands investissements de la part des opérateurs historiques. Mais si nous considérons le cas des pays en développement où le PIB par habitant est encore faible, une augmentation de celui-ci devrait induire une augmentation de la demande des services téléphoniques et finalement un accroissement des investissements des opérateurs historiques afin de satisfaire toute la demande.

TAB. 3.1: Récapitulatif des effets attendus

Impact	TR	PP	Taux de numérisation	Ebitda	PIB	Télédensité
Décisions d'investissement	ambigu	ambigu	$\pm$	+	stable	+



### 3.5 Résultats de l'analyse empirique

Nous avons organisé nos estimations comme suit : pour chaque méthode d'estimation, nous tenons compte de deux grands aspects que celle-ci peut prendre, à savoir les différentes réformes réglementaires (le plafonnement des prix et la réglementation par le taux de rendement) et la libéralisation du marché. Ainsi, pour chaque méthode d'estimation, nous considérons dans un premier temps les formes traditionnelles de réglementation, puis dans un deuxième temps, nous cherchons à évaluer les effets de la simple libéralisation des marchés nationaux de télécommunications sur les investissements. Les détails sur les estimations sont présentés à l'annexe 4.

La table 3.1, nous montre le résumé des résultats d'estimation obtenus par la méthode à effets aléatoires. Pour valider les résultats de cette estimation, nous procédons au test de Hausman. Il consiste à poser comme hypothèse nulle ( $H_0$ ), qu'il existe une corrélation entre les effets aléatoires et les variables explicatives ; l'hypothèse alternative ( $H_1$ ), est qu'il n'existe pas de lien entre les effets aléatoires et les variables explicatives. Le test de Hausman effectué sur nos deux estimations s'est révélé non significatif (dans les cas de la première estimation notée (1), la valeur de  $m$  est de 1.54 et que  $Pr > m$  est de 0.9566), ce qui signifie qu'il existe une corrélation entre les effets aléatoires et les variables explicatives. En d'autres termes, cela veut dire que les investissements consentis par les opérateurs historiques dépendent des facteurs que nous avons considéré mais aussi d'autres facteurs aléatoires exogènes non mentionnés. Le test de Fisher effectué sur chacune de nos estimations par la méthode à effets fixes est statistiquement significatif, cela veut dire que les investissements des opérateurs historiques considérés comportent des effets fixes propres à chaque opérateur et que le modèle linéaire simple serait incorrect s'il était utilisé car l'estimateur des moindres carrées ordinaires serait biaisé et non convergent.

Les deux premières colonnes des tables (3.1) et (3.2), illustrent les résultats d'estimation de l'équation (3.5).

En effet, nous trouvons que le taux de numérisation du réseau dans la plupart des cas a un effet négatif sur les investissements ; cependant il n'est statistiquement significatif que dans le cas de l'estimation par la méthode à effets fixes. Ce qui nous laisse penser que la moyenne des taux de numérisation que nous avons dans notre panel étant très élevée (96%), les opérateurs historiques ayant déjà investi pour numériser totalement leur réseau, n'investissent plus assez pour atteindre cet objectif.

Les coefficients des variables indicatrices des différents types de réglementation sont généralement positifs et souvent statistiquement significatifs avec la méthode à effets fixes. Le signe positif de ces coefficients signifie que les deux types de réglementation incitent les opérateurs historiques à investir. Cependant, selon la table 3.2, il apparaît que l'impact de la réglementation par le plafonnement des prix sur les investissements des opérateurs historiques qui est de l'ordre de 3% est deux fois moins important que celui de la réglementation par le taux de rendement. Or, selon la table 3.1, les deux formes de réglementation sont d'égale amplitude sur ces investissements. Vue les ambiguïtés qui se dégagent au niveau des impacts des deux types de réglementation, nous ne saurons affirmer avec certitude que les opérateurs historiques investissent plus sous la réglementation par le taux de rendement que sous la réglementation par plafonnement des prix. Ce qui reste certain, c'est que les deux types de réformes réglementaires stimulent les investissements chez les opérateurs historiques.

Comme la comparaison est difficile à faire, nous avons alors considéré uniquement les opérateurs historiques qui sont passés de la réglementation par le taux de rendement à la réglementation par plafonnement des prix au cours de la période de 1996 à 2001<sup>3</sup>. Les résultats d'estimation sont compilés dans la table 3.3.

Les résultats de la table 3.3 (première colonne), nous amènent à dire que la réglementation par le plafonnement des prix a un impact légèrement négatif sur les investissements ( les données ne sont statistiquement significatif que de l'ordre de 10%), alors que la ré-

---

<sup>3</sup>BCE, TELUS, FRANCE TELECOM, DEUTSCHE TELEKOM, TELEFONICA, KPN, BELGACOM, SWISSCOM, TELENOR, TeliaSONERA, NTT, TELSTRA.

glementation par le taux de rendement a un impact positif et très significatif. Ce résultat semble confirmer certaines théories que nous avons déjà évoquées dans notre parcours littéraire. En effet, après la période où l'on a assisté à une importante augmentation des investissements dans les infrastructures de téléphonie de troisième génération et dans les infrastructures de convergence des technologies de télécommunications qui s'est soldée par le crash boursier en 2000 ; on pourrait penser que la prudence en investissement des opérateurs historiques a conduit ces derniers à diminuer leurs investissements. Or, cette période de baisse des investissements coïncidaient, pour la plupart des opérateurs historiques, avec celle de l'application de la réglementation par le plafonnement des prix. Ce qui pourrait valablement aider à expliquer ce phénomène.

En ce qui concerne la libéralisation du secteur des télécommunications, les résultats compilés dans les tables (3.1 et 3.2), nous montrent que le coefficient afférent est négatif. Ce qui signifie que la libéralisation du marché des télécommunications a un effet négatif sur les investissements des opérateurs historiques. La libéralisation du marché des télécommunications augmente les risques du marché, donc baisse les rendements d'investissements<sup>4</sup>. Dans cette circonstance l'hypothèse selon laquelle les opérateurs diminuent leur investissement dans un contexte de marché incertain serait vérifiable. Les coefficients de la variable représentant les Ebitda sont globalement positifs. Ce qui implique que les Ebitda ont un impact positif sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. En d'autres termes, en nous référant aux résultats d'estimation compilés dans les tables (3.1 et 3.2), nous dirons que pour un dollar investi par un opérateur historique, en moyenne 50 centimes (table 3.1) et 60 centimes (table 3.2) proviennent de ses Ebitda. Dans l'ensemble, l'impact du PIB par habitant est positif mais pas statistiquement significatif. Cela peut s'expliquer par le fait que le niveau de revenu des individus étant élevé, ils disposent sûrement des services téléphoniques standards. Dans le cas où les revenus de ces individus augmentent, ces derniers ne demanderont que des services additionnels

---

<sup>4</sup>Affirmation à ne pas confondre avec la théorie des rendements de portefeuille d'actifs.

de meilleure qualité. Ces demandes ne seront pas assez significatifs pour engendrer des investissements de la part des opérateurs historiques.

Les coefficients de la variable qui représentive la télédensité est positif et significatif. Ce qui signifie comme nous l'avons déjà anticipé que la télédensité a un impact positif sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. Cependant, précisons que ce impact serait négatif si on devait seulement considérer les opérateurs historiques des pays développés même si les revenus des individus venaient à s'accroître, et, positif si on devait considérer seulement ceux des pays en développement, ceci pour les mêmes raisons que nous avons évoqué précédemment dans les résultats attendus. Mais comme les modèles estimés ne tiennent compte que de la moyenne du panel (50.6%), il n'est pas surprenant d'avoir le résultat obtenu.

TAB. 3.2: Résultats d'estimation par la méthode à effets aléatoires

Variable dépendante		Investissements		
Nombre de périodes	6			
Nombre d'opérateurs	21			
Nombre d'observations	126			
Estimation	1	( $t - test$ )	2	( $t - test$ )
Taux de numérisation	-0.01	(-1.56)	-0.01*	(-2.07)
Ebitda	0.5*	(4.5)	0.52*	(4.93)
Prix plafond	0.11	(0.94)		
Taux de rendement	0.11	(0.86)		
Libéralisation			-0.40*	(-3.2)
PIB par habitant	0.03	(1.18)	0.03	(1.32)
Télédensité	0.02*	(3)	0.02*	(3.26)
$m$	1.54		1.29	
$Pr > m$	0.9566		0.9359	

TAB. 3.3: Résultats d'estimation par la méthode à effets fixes

Variable dépendante		Investissements		
nombre de périodes	6			
nombre d'opérateurs	21			
nombre d'observations	126			
Estimation	1	( <i>t</i> - test)	2	( <i>t</i> - test)
Taux de numérisation	-0.009*	(-6.54)	-0.01*	(-10.83)
Ebitda	0.60*	(10.01)	0.6*	(10.22)
Prix plafond	0.03*	(2.43)		
Taux de rendement	0.06*	(3.10)		
PIB par habitant	0.05	(1.53)	0.05	(1.71)
Télédensité	0.014*	(14.67)	0.01*	(19.16)
Libéralisation			-0.15*	(-4.71)
Test de Fisher				
F		49.84	56.77	
Prob>F		<0.0001	<0.0001	

TAB. 3.4: Effets des changements technologiques et réglementaires entre 1996 et 2001

variable dépendante	Investissements			
Nombre de périodes	6			
Nombre d'opérateurs	12			
Nombre d'observations	72			
Méthodes d'estimation	Effets fixes		Effets aléatoires	
Taux de numérisation	-0.004 (-3.03)		-0.01 (-1.54)	
Ebitda	0.83 (12.10)		0.6* (4)	
Plafonnement des prix	-0.01** (-1.67)		0.16 (1.34)	
Taux de rendement	0.12* (5.22)		1 (0.76)	
PIB par habitant	0.20* (2.19)		0.16* 3.01	
Télédensité	0.01* (14.56)		0.02 (1.57)	
Test	F	78.70	m	0.71
	Pr>F	<0.0001	Pr>m	0.99

() = t-student ; \* Significatif à 5%. \*\*Significatif à 10%.

# Conclusion

Au terme de notre étude, nous retenons que l'industrie des télécommunications se caractérise par des investissements de nature irrécupérables et par un marché incertain. Les changements technologiques ont a un impact majeur sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques certes, mais l'impact de la réglementation dans le marché des télécommunications n'en demeure pas moindre. Nous retenons également que les changements technologiques aussi bien que les changements réglementaires comportent des risques. Ces risques, créent un climat d'incertitude et sont à la base de la distorsion que l'on observe dans les investissements des opérateurs historiques. Du côté de la technologie, ces risques sont induits par le foisonnement continu de la technologie tandis qu'ils proviennent de l'asymétrie d'information sur les coûts qui caractérise la réglementation. Le taux de numérisation du réseau des opérateurs historiques utilisé pour mesurer les changements technologiques montre que ces derniers sont corrélés négativement avec le niveau d'investissement. Contrairement à la théorie d'option qui stipule que l'incertitude et l'immuabilité du capital diminuent les investissements et retardent les projets d'investissements (Dixit et Pindyck, 1994), nous avons trouvé que la réglementation par le plafonnement des prix et celle par taux de rendement ont des impacts positifs sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques. Cependant, une comparaison définitive des intensités des impacts des deux types de réglementation sur les décisions d'investissement des opérateurs historiques serait précocose compte tenu de la courte période toute particulière sur laquelle s'étend notre étude et du nombre limité des variables utilisées. De plus, nous avons limité notre recherche seulement dans un cadre économique sans tenir compte des analyses financières qui caractérisent les décisions d'investissement de toute entreprise (la valeur actuel nette d'un projet, le taux de rendement et les taux d'intérêt sur le marché). Ces éléments auraient été nécessaires pour apprécier l'ampleur probable des différentes réformes réglementaires. Il serait donc pertinent de voir comment les changements technologiques et réglementaires influencent l'évaluation de la rentabilité des investissements chez les opérateurs historiques en télécommunications.



# ANNEXES

**Annexe 1**  
**Description statistique des investissements**

TAB. 3.5: Description statistique des investissements

Variable endogène	Période	obs	Coefficient de variation	Min	Max	Moy	Écart- type
Investissements en millions de dollars us	1996-2001	126	0,96	91	13124	3354,63	3217,32

**Annexe 2**  
**Description statistique des variables explicatives**

TAB. 3.6: description statistique des données relatives aux variables explicatives

variables exogènes	période	obs	coef de variation	Min	Max	Moyenne	Écart type
Taux de numérisation	96-01	126	0,088	0,652	1	0,96	0,085
Ebitda. en millions de dollars us	96-01	126	1,05	387,6	32559	6428,2	6771,7
PIB par habitant	96-01	126	0,45	3300,4	41907,8	23630,9	10705,3
Télédensité	96-01	126	0,32	9,4	73	50,6	16,5
Réglementation	96-01	126		0	1		

**Annexe 3**  
**Base de données**

Obs	Investissement (millions de dollars us)	EBITDA (millions de dollars us)	PIB par habitant	Télédensité	Taux de numérisation	Taux de rendement	Plafonnement des prix	Libéralisation
ATT-1996	6828	11277	28484,14	59	100	0	1	0
ATT-1997	7604	11200	30806,69	61	100	0	1	0
ATT-1998	7817	13400	32293,01	63	100	0	1	0
ATT-1999	11876	17700	3300,451	64	100	0	1	0
ATT-2000	11511	17100	35738,6	69,97	100	0	1	0
ATT-2001	9300	4700	35714,19	66,45	100	0	1	0
SBC-1996	5855	10049	28484,14	59	100	0	1	0
SBC-1997	8856	7602	30806,69	61	100	0	1	0
SBC-1998	8882	11223	32293,01	63	100	0	1	0
SBC-1999	10304	11598	3300,45	64	100	0	1	0
SBC-2000	13124	10743	35738,6	69,97	100	0	1	0
SBC-2001	11189	5817	35714,19	66,45	100	0	1	0
SPRINT-1996	2433,6	3900	28484,14	59	100	0	1	0
SPRINT-1997	2863	3372	30806,69	61	100	0	1	0
SPRINT-1998	4231	4199	32293,01	63	100	0	1	0
SPRINT-1999	6114	1939	3300,451	64	100	0	1	0
SPRINT-2000	7152	4297	35738,6	69,97	100	0	1	0
SPRINT-2001	9046	4691	35714,19	66,45	100	0	1	0
BCE-1996	3434	5585,6	23297,27	61	100	1	0	0
BCE-1997	3522,5	6408,1	20811,6	61	100	1	0	0
BCE-1998	3912	3299,5	19776,86	61	100	0	0	0
BCE-1999	2781	3501,7	20816,39	62	100	0	1	0
BCE-2000	3687	5206,2	22355,54	67,65	100	0	1	0
BCE-2001	5141	4072	21788,29	65,51	100	0	1	0
TELUS-1996	253	387,6	23297,27	61	100	1	0	0
TELUS-1997	531	642,1	20811,6	61	100	1	0	0
TELUS-1998	494	872,07	19776,86	61	100	0	0	0
TELUS-1999	382	633,3	20816,39	62	100	0	1	0
TELUS-2000	1253	1615,4	22355,54	67,65	100	0	1	0
TELUS-2001	1965	1609,5	21788,29	65,51	100	0	1	0

FTE-1996	6420	12043,2	20891,06	55,2	100	1	0	0
FTE-1997	5623,5	9662,4	23991,13	55,9	100	1	0	0
FTE-1998	5772	10492,3	24672,1	56,1	100	0	0	1
FTE-1999	5005	9680,3	24339,02	56,7	100	0	1	0
FTE-2000	6927	11511,5	21977,35	56,8	100	0	1	0
FTE-2001	7810	13841,1	22010,36	56,8	100	0	1	0
DT-1996	10870,4	20072	21854,95	42	79	1	0	0
DT-1997	8351,3	18666	25766,6	44	100	1	0	0
DT-1998	5555	20308,47	26220,84	46	100	0	0	1
DT-1999	5180	14601,5	25727,8	48	100	0	1	0
DT-2000	7404,7	13741	22791,34	61,05	100	0	1	0
DT-2001	9846	16964,4	22751,99	68,6	100	0	1	0
BT-1996	4447	7391,1	20006,12	52	100	0	1	0
BT-1997	5143	7522,3	22344,08	51	100	0	1	0
BT-1998	5269,4	10675,1	23808,79	52	100	0	1	0
BT-1999	7625,6	10706,7	24228,82	52	100	0	1	0
BT-2000	6353	8635	23774,07	58,86	100	0	1	0
BT-2001	6713	8359,3	23619,58	58,8	100	0	1	0
TELEFONICA-1996	6678	8413	29955,69	39	67	1	0	0
TELEFONICA-1997	3731,6	8322,6	33533,16	40	81	1	0	0
TELEFONICA-1998	4752	10800,4	35825,07	45,7	86	0	0	1
TELEFONICA-1999	5577,3	10976,3	36570,65	48,2	87	0	1	0
TELEFONICA-2000	8528,4	12695,8	35838,79	51	100	0	1	0
TELEFONICA-2001	7606,8	14385,2	34922,03	51,8	100	0	1	0
KPN-1996	3200	7495,6	21531,87	52	100	1	0	0
KPN-1997	1493,3	6651,7	24141,03	57	100	1	0	1
KPN-1998	2963	3506,4	24905,16	60	100	0	0	0
KPN-1999	1962,6	3378,5	24901,33	61	100	0	1	0
KPN-2000	3611,5	5403,7	22927,09	62	100	0	1	0
KPN-2001	2625	3009,4	23377,81	63	100	0	1	0
BELGACOM-1996	1026,2	1725	22746,03	46	73	1	0	0
BELGACOM-1997	1393	1675,5	23963,58	49	83	1	0	0
BELGACOM-1998	872,2	1887,6	24504,38	45	83	0	0	1
BELGACOM-1999	915,3	1821,6	24327,51	42	91	0	1	0
BELGACOM-2000	1047	1425,1	22112,04	49,81	100	0	1	0
BELGACOM-2001	1095,4	1710,7	22185,01	49,3	100	0	1	0



SWISSCOM-1996	1688,4	2795	41864,07	64,5	95	1	0	0
SWISSCOM-1997	1630	1133	36091,31	65,9	99	1	0	0
SWISSCOM-1998	946,3	2572,1	36955,22	67,2	100	0	0	1
SWISSCOM-1999	918,5	2596,6	36317,83	69,9	100	0	1	0
SWISSCOM-2000	899,7	2376,5	33612,27	72,67	100	0	1	0
SWISSCOM-2001	737,5	2567	36910	71,79	100	0	1	0
TELENOR-1996	799,5	1019,6	26120,18	58	91	1	0	0
TELENOR-1997	830	909,2	35140,75	62	100	1	0	0
TELENOR-1998	796,7	1089,4	33353,3	66	100	0	0	1
TELENOR-1999	788,4	1129,7	34425,2	70	100	0	1	0
TELENOR-2000	1024	1086	36028,71	73	100	0	1	0
TELENOR-2001	1288	1588	36686,87	73	100	0	1	0
SONERA-1996	470,8	521,7	24910,31	54,8	100	1	0	0
SONERA-1997	411,4	539,3	23817,02	55,2	100	1	0	0
SONERA-1998	409,6	685	25113,53	49	100	0	0	0
SONERA-1999	339,3	649,64	25079,46	55,18	100	0	1	0
SONERA-2000	404,8	471,7	23320,46	55,02	100	0	1	0
SONERA-2001	313	434	23940	54,76	100	0	1	0
NTT-1996	96,2	26211,3	36572,21	48,4	85,2	1	0	0
NTT-1997	94	24841,7	34212,97	48,6	87,5	1	0	0
NTT-1998	91	24955,5	31172,53	47,7	100	0	0	0
NTT-1999	100,5	27488	35527,49	48,6	100	0	1	0
NTT-2000	112	32559	38161,77	58,58	100	0	1	0
NTT-2001	95,8	28544	33337,45	59,69	100	0	1	0
KT-1996	3819	3302,6	14339,04	43	65,2	1	0	1
KT-1997	2301,5	1752,8	10360,64	44,4	66,7	1	0	0
KT-1998	3080,5	3058	6829,173	43,2	68,9	1	0	0
KT-1999	2712,3	3605	8665,602	43,8	73,9	1	0	0
KT-2000	3617,2	3570	9761,394	44,1	79,7	1	0	0
KT-2001	2983	4532	8917,765	44,9	87,5	1	0	0
TELSTRA-1996	3239,3	4791	22807,11	50,1	74	1	0	0
TELSTRA-1997	2771,8	3081	22677,44	51,3	84	1	0	0
TELSTRA-1998	2293,2	4520,8	19899,77	52,5	95	0	0	0
TELSTRA-1999	2826	5434	21428,41	51,54	100	0	1	0
TELSTRA-2000	2810	4788,4	19895,62	52,46	100	0	1	0
TELSTRA-2001	2227	5027,1	19770	52,02	100	0	1	0

BEZEQ-1996	829,7	1116,4	40701,75	46	73	0	1	0
BEZEQ-1997	584	781	41843,77	49	83	0	1	0
BEZEQ-1998	447,2	1086,5	41907,82	45	83	0	1	0
BEZEQ-1999	345,7	971,2	40798,43	42	91	0	1	0
BEZEQ-2000	432,5	1020	36033,13	49,81	100	0	1	0
BEZEQ-2001	305,5	830,3	35289,64	49,3	100	0	1	0
TELMEX-1996	522,45	6230,7	3771,08	9,5	89,8	0	1	1
TELMEX-1997	1279	6163,4	4213,921	9,8	90	0	1	0
TELMEX-1998	1267,5	5571,6	4356,009	10,4	98	0	1	0
TELMEX-1999	1559	6019,1	4896,474	9,4	100	0	1	0
TELMEX-2000	2718,8	6126,4	5786,748	12,47	100	0	1	0
TELMEX-2001	2510	6514,6	6071,912	13,72	100	0	1	0
CTC-1996	752,2	852,7	8075,993	14,3	100	1	0	0
CTC-1997	610,5	987,3	5149,561	16,2	100	1	0	0
CTC-1998	704,3	949,1	4920,165	17,6	100	1	0	0
CTC-1999	505,8	656,3	4508,387	17	100	1	0	0
CTC-2000	392,75	538,2	4638,107	17,5	100	1	0	0
CTC-2001	211,9	567,72	4126,312	17,4	100	1	0	0
TELECOM-1996	972,6	1102,5	11289,65	17,1	95,6	0	1	0
TELECOM-1997	805	1309	8214,337	17,7	100	0	1	0
TELECOM-1998	841	1500	8280,673	18,8	100	0	1	0
TELECOM-1999	1001	1455	7754,642	19,1	100	0	1	0
TELECOM-2000	910,4	1330	7678,798	20,7	100	0	1	0
TELECOM-2001	472,8	1249,5	7420,558	21,3	100	0	1	0

## **Annexe 4**

### **Résultats détaillés des estimations**

**Annexe 4a**  
**Résultats détaillés des estimations avec la méthode à effets aléatoires**  
**(échantillon comportant les 21 opérateurs)**

Dependent Variable: LINV?  
Method: GLS (Variance Components)  
Date: 01/12/04 Time: 03:35  
Sample: 1996 2001  
Included observations: 6  
Number of cross-sections used: 21  
Total panel (balanced) observations: 126

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.777536	1.171037	2.371860	0.0193
TN?	-0.010337	0.006608	-1.564386	0.1204
LP?	0.491358	0.110201	4.458744	0.0000
LPIB?	0.034864	0.029552	1.179775	0.2404
TD?	0.025062	0.008405	2.981750	0.0035
DUMPC?	0.115715	0.123041	0.940461	0.3489
DUMTR?	0.111407	0.129288	0.861695	0.3906
Random Effects				
ATT-C	0.680180			
SBC-C	0.864585			
SPRINT-C	0.650484			
BCE-C	0.302126			
TELUS-C	-0.619321			
FTE-C	0.545263			
DT-C	0.610556			
BT-C	0.631564			
TELEFONICA-C	0.623658			
KPN-C	0.018537			
BELGACOM-C	-0.183470			
SWISSCOM-C	-0.314199			
TELENOR-C	-0.528619			
SONERA-C	-0.665244			
NTT-C	-3.919161			
KT-C	0.501261			
TELSTRA-C	0.188556			
BEZEQ-C	-0.771177			
TELMEX-C	0.516382			
CTC-C	0.370104			
TELECOM-C	0.497936			
GLS Transformed Regression				
R-squared	0.926419	Mean dependent var	7.529596	
Adjusted R-squared	0.922709	S.D. dependent var	1.263765	
S.E. of regression	0.351341	Sum squared resid	14.68945	
Durbin-Watson stat	1.750785			
Unweighted Statistics including Random Effects				
R-squared	0.938063	Mean dependent var	7.529596	
Adjusted R-squared	0.934941	S.D. dependent var	1.263765	
S.E. of regression	0.322345	Sum squared resid	12.36487	
Durbin-Watson stat	2.079931			

**Annexe 4b**  
**Résultats détaillés des estimations avec la méthode à effets fixes**  
**(échantillon comportant les 21 opérateurs)**

Dependent Variable: LINV?  
 Method: GLS (Cross Section Weights)  
 Date: 01/12/04 Time: 02:57  
 Sample: 1996 2001  
 Included observations: 6  
 Number of cross-sections used: 21  
 Total panel (balanced) observations: 126  
 Convergence achieved after 25 iteration(s)  
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TN?	-0.009456	0.001445	-6.546241	0.0000
LP?	0.603450	0.060278	10.01110	0.0000
LPIB?	0.049709	0.032418	1.533405	0.1284
TD?	0.013807	0.000941	14.67100	0.0000
DUMPC?	0.027638	0.011385	2.427482	0.0170
DUMTR?	0.056513	0.018208	3.103774	0.0025
Fixed Effects				
ATT-C	2.991961			
SBC-C	3.216414			
SPRINT-C	3.104211			
BCE-C	2.676842			
TELUS-C	1.927478			
FTE-C	2.746809			
DT-C	2.714410			
BT-C	2.862732			
TELEFONICA-C	2.720345			
KPN-C	2.341524			
BELGACOM-C	2.119476			
SWISSCOM-C	2.201516			
TELENOR-C	2.027416			
SONERA-C	1.826385			
NTT-C	-1.951412			
KT-C	2.732030			
TELSTRA-C	2.440459			
BEZEQ-C	1.591860			
TELMEX-C	2.326331			
CTC-C	2.441951			
TELECOM-C	2.561065			

#### Weighted Statistics

R-squared	0.999057	Mean dependent var	14.58409
Adjusted R-squared	0.998809	S.D. dependent var	10.45356
S.E. of regression	0.360714	Sum squared resid	12.88134
F-statistic	20976.50	Durbin-Watson stat	2.104339
Prob(F-statistic)	0.000000		

#### Unweighted Statistics

R-squared	0.935473	Mean dependent var	7.529596
Adjusted R-squared	0.918526	S.D. dependent var	1.263765
S.E. of regression	0.360724	Sum squared resid	12.88205
Durbin-Watson stat	2.123226		

Dependent Variable: LINV?  
Method: GLS (Cross Section Weights)  
Date: 01/13/04 Time: 13:04  
Sample: 1996 2001  
Included observations: 6  
Number of cross-sections used: 21  
Total panel (balanced) observations: 126  
Convergence achieved after 15 iteration(s)  
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TN?	-0.011396	0.001052	-10.83439	0.0000
LP?	0.599046	0.058587	10.22494	0.0000
LPIB?	0.054096	0.031624	1.710577	0.0903
TD?	0.013844	0.000723	19.16021	0.0000
LIB?	-0.148866	0.031552	-4.718139	0.0000
Fixed Effects				
ATT--C	3.208521			
SBC--C	3.435348			
SPRINT--C	3.318989			
BCE--C	2.894482			
TELUS--C	2.137700			
FTE--C	2.993157			
DT--C	2.955843			
BT--C	3.078297			
TELEFONICA--C	2.939601			
KPN--C	2.583766			
BELGACOM--C	2.335210			
SWISSCOM--C	2.441413			
TELENOR--C	2.258698			
SONERA--C	2.034450			
NTT--C	-1.736363			
KT--C	2.949903			
TELSTRA--C	2.643406			
BEZEQ--C	1.769576			
TELMEX--C	2.566401			
CTC--C	2.683455			
TELECOM--C	2.772579			

#### Weighted Statistics

R-squared	0.999068	Mean dependent var	14.24678
Adjusted R-squared	0.998835	S.D. dependent var	10.21958
S.E. of regression	0.348755	Sum squared resid	12.16299
F-statistic	26808.39	Durbin-Watson stat	2.179687
Prob(F-statistic)	0.000000		

#### Unweighted Statistics

R-squared	0.939067	Mean dependent var	7.529596
Adjusted R-squared	0.923833	S.D. dependent var	1.263765
S.E. of regression	0.348778	Sum squared resid	12.16459
Durbin-Watson stat	2.108457		



**Annexe 4c**  
**Résultats détaillés des estimations avec la méthode à effets aléatoires**  
**(échantillon comportant les 12 opérateurs)**

Dependent Variable: LINV? Method: GLS (Variance Components) Date: 01/12/04 Time: 04:13 Sample: 1996 2001 Included observations: 6 Number of cross-sections used: 12 Total panel (balanced) observations: 72				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.948689	1.688743	0.561772	0.5762
TN?	-0.012233	0.007925	-1.543608	0.1275
LP?	0.591602	0.148080	3.995157	0.0002
TD?	0.017932	0.011412	1.571278	0.1210
LPIB?	0.157406	0.052258	3.012096	0.0037
DUMPC?	0.163312	0.121874	1.340009	0.1849
DUMTR?	0.094749	0.124066	0.763699	0.4478
Random Effects				
BCE-C	0.686359			
TELUS-C	-0.077863			
FTE-C	0.786966			
DT-C	0.763898			
TELEFONICA-C	0.722883			
KPN-C	0.359009			
BELGACOM-C	0.146418			
SWISSCOM-C	0.245673			
TELENOR-C	-0.043130			
SONERA-C	-0.160051			
NTT-C	-3.908728			
TELSTRA-C	0.478566			
GLS Transformed Regression				
R-squared	0.941253	Mean dependent var	7.367504	
Adjusted R-squared	0.935830	S.D. dependent var	1.297018	
S.E. of regression	0.328559	Sum squared resid	7.016806	
Durbin-Watson stat	2.932698			
Unweighted Statistics including Random Effects				
R-squared	0.947269	Mean dependent var	7.367504	
Adjusted R-squared	0.942402	S.D. dependent var	1.297018	
S.E. of regression	0.311280	Sum squared resid	6.298185	
Durbin-Watson stat	3.267318			

**Annexe 4d**  
**Résultats détaillés des estimations avec la méthode à effets fixes**  
**(échantillon comportant les 12 opérateurs)**

Dependent Variable: LINV?				
Method: GLS (Cross Section Weights)				
Date: 01/12/04 Time: 04:03				
Sample: 1996 2001				
Included observations: 6				
Number of cross-sections used: 12				
Total panel (balanced) observations: 72				
Convergence achieved after 23 iteration(s)				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TN?	-0.004479	0.001476	-3.035339	0.0037
LP?	0.836141	0.069051	12.10903	0.0000
TD?	0.013204	0.000907	14.56152	0.0000
LPIB?	0.203446	0.092482	2.199841	0.0321
DUMPC?	-0.016646	0.009925	-1.677166	0.0993
DUMTR?	0.120150	0.022993	5.225487	0.0000
Fixed Effects				
BCE--C	-1.274609			
TELUS--C	-1.631977			
FTE--C	-1.427320			
DT--C	-1.554503			
TELEFONICA--C	-1.448215			
KPN--C	-1.630527			
BELGACOM--C	-1.567859			
SWISSCOM--C	-1.483673			
TELENOR--C	-1.656542			
SONERA--C	-1.655891			
NTT--C	-6.380811			
TELSTRA--C	-1.475774			
Weighted Statistics				
R-squared	0.999842	Mean dependent var	21.24265	
Adjusted R-squared	0.999793	S.D. dependent var	25.30200	
S.E. of regression	0.364466	Sum squared resid	7.173101	
F-statistic	68425.23	Durbin-Watson stat	2.429415	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.939935	Mean dependent var	7.367504	
Adjusted R-squared	0.921025	S.D. dependent var	1.297018	
S.E. of regression	0.364493	Sum squared resid	7.174197	
Durbin-Watson stat	3.176068			

**Annexe 5**  
**Profilés des opérateurs historiques**

# PROFIL D'ENTREPRISES

## Deutsche Telekom AG

Allemagne

### *Actionnaires :*

*Capital (%)*

- Brandes Investment Partners, L.P.
- État

États-Unis 0.4  
43

### *Filiales :*

*Capital (%)*

- Eutelsat Sa
- Hrvatski Teledom
- Matav (Magyar Tavkozlesi Rt.)
- T-Online

France 10.9  
Croatie 51  
Hongrie 59.5  
Allemagne 82

### *Employés:*

265 000

### *Concurrents :*

- CSC Ploenzke
- Dekraphone
- Detecon
- Mannesman AG
- Medion AG
- Mobilcom AG
- Otelo
- TelDaFax AG
- Veba Inc. (PreussenElektra)
- Vebacom
- Viag Interkom

## Telefonica

Espagne

### *Actionnaires :*

*Capital (%)*

➤ VVBA (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria)	Espagne	6.05
➤ Brandes Investment Partners, L.P.	États-Unis	0.9
➤ Citigroup Inc.	États-Unis	0.2
➤ Franklin Resources, Inc	États-Unis	0.5

### *Filiales :*

*Capital (%)*

➤ Admira ex-Telefonica Media	Espagne	100
➤ CANTV (CA Nacional Telefonos de Venezuela)	Venezuela	17
➤ CTC (Compania de Telecomunic. De Chili)	Chili	44
➤ Meditel	Tunisie	
➤ Pearson plc.	Royaume-Uni	5
➤ Pegaso Telecomunicaciones S.A.	Mexique	65
➤ Telefonica Moviles	Espagne	93
➤ Telesp Celular	Brésil	
➤ Terra Lycos	Espagne	66

**Employés:**

118 778

### *Concurrents :*

- Airtel SA
- Anaya
- Auna SA
- Catalana
- Euskaltel SA
- Hispasat
- Jazztel
- Retevision SA
- Uni2
- Xfera Moviles, S.A.

## BCE Inc. (Bell Canada Entreprise)

Canada

### *Actionnaires :*

*Capital (%)*

➤ AGF (Assurance Générale de France )	France	0.7
➤ CC&L (Connor, Clark and Lunn Financial Group)	Canada	1.2
➤ Legg mason Inc.	États-Unis	0.8
➤ Mackenzie Financial Corp.	Canada	0.7
➤ SBC Communications Inc	États-Unis	20
➤ TAL Global Asset Management	Canada	1.5
➤ Toronto Dominion Bank	Canada	3.7

### *Filiales :*

*Capital (%)*

➤ Americel	Brésil	
➤ BCE Emergis Inc	Canada	65
➤ BCI (Bell Canada International)	Canada	100
➤ Bell Globemedia Publishing Inc	Canada	70
➤ Comcel	Colombie	
➤ Nortel Networks	Canada	40
➤ Teleglobe	Canada	100

**Employés:** 58 000

### *Concurrents :*

- Aliant Inc.
- Group Telecom
- JDS Uniphase Corp
- Microcell Telecommunications Inc.
- Research In motion Ltd
  
- Rogers Communications Inc
- TELUS Corp.



**Telus Corp.**      Canada

*Actionnaires :*

*Capital (%)*

➤ AGF (Assurance générale de France)	France	1
➤ Brandes Investment Partners, L.P.	États-Unis	2.1
➤ CC&L (Connor, Clark and Lunn Financial Group)	Canada	4.2
➤ Franklin Ressources, Inc	États-Unis	0.4
➤ Legal & General Group	Royaume-Uni	0.5
➤ Verizon Communications	États-Unis	22

**Employés:**                      30 000

*Concurrents :*

- Aliant Inc.
- BCE Inc. (Bell Canada Entreprise)
- BCI (Bell Canada International)
- Group Telecom
- JDS Uniphase Corp
- Microcell Telecommunications Inc.
- Nortel Networks
- Research In motion Ltd
- Rogers Communications Inc

## CTC (Compania de Telecomunicaciones de Chile) Chili

### *Actionnaires :*

*Capital (%)*

➤ Barclays Plc	Royaume-Uni	0.8
➤ Capital Research & Management Inc.	États-Unis	1
➤ Franklin Resources, Inc	États-Unis	7.7
➤ Goldman Sachs	États Unis	0.6
➤ Mellon Financial Corp.	États-Unis	0.8
➤ Morgan Stanley Dean Witter	États-Unis	1.1
➤ Prudential plc.	Royaume-Uni	0.5
➤ Telefonica	Espagne	44

### *Employés:*

9 250

### *Concurrent :*

- Entel

## SBC Communications Inc

États-Unis

### *Actionnaires :*

*Capital (%)*

➤ Barclays Plc	Royaume-Uni	3.4
➤ Capital Research & management inc.	États-Unis	1.1
➤ FMR Corp. (Fidelity Investments)	États-Unis	2.9
➤ JP Morgan & Co.	États-Unis	1.1
➤ Mellon Financial Corp.	États-Unis	1.4
➤ Putnam Investments	États-Unis	1.5
➤ State Street Corp.	États-Unis	2.1
➤ TIAA-CREF	États-Unis	1.1
➤ Vanguard Group Inc.	États-Unis	1.5

### *Filiales :*

*Capital (%)*

➤ Ameritech Corp.	États-Unis	100
➤ BCE Inc. (Bell Canada Entreprise)	Canada	20
➤ Belgacom	Belgique	25
➤ Cegetel	France	15
➤ Cingular Wireless	États-Unis	60
➤ Matav (Magyar Tavkozlesi Rt.)	Hongrie	30
➤ TDC A/S ex-Tele Danmark	Danemark	42
➤ TelkomSA	Afrique du Sud	15
➤ TelMex (Telefonos de Mexico)	Mexique	
➤ Thintana Communications	Afrique du Sud	60

Employés: 216 600

### *Concurrents :*

➤ Acterna Corp	➤ Bell Atlantic Corp.
➤ ADC Telecom. Inc.	➤ Bellsouth Corp
➤ Adelphia Communications Corp	➤ Broadwing Inc
➤ Airtouch Communications Inc.	➤ Cablevision Systems Corp
➤ Alltel Corp.	➤ Ciena Corp
➤ American Tower Corp	➤ Comsat Corp
➤ Ascend Communications Inc.	➤ Comverse Technology, Inc
➤ AT&T Corp	➤ Concert
➤ Avaya Inc	➤ Crown Casthe International Corp
➤ Avici	➤ EchoStar Communications Corp

- General Instruments
- Genuity Inc
- GTE Corp.
- IDT Corp
- Iridium LLC.
- Loral Spacecom
- Lucent Technologies Co.
- Lufkin-Conroe
- McLeodUSA Inc
- MediaOne Group Inc.
- Metromedia Fiber Network, Inc
- Motorola, inc.
- Nextel Communications Inc.
- Ntelos Inc
- NTL Inc.
- O. Tel. O Comm.
- On Command Corp
- Openwave Systems Inc
- PanAmSat Corp
- Price communications International Inc.
- Prodigy Communications
- Qualcomm
- Qwest Communications International Inc.
- Reltec Corp.
- SpectraSite Holdings, Inc
- Sprint Corp.
- SureWest Communications
- Telecom TCI Group
- Teligent
- Tellavs Inc.
- United Global Com Inc
- United States Cellular
- US West Inc.
- UUNet
- VarTec Telecom, Inc
- Verizon Communications
- Worldcom Inc.
- XO Communications, Inc

## Sprint Corp.

États-Unis

### *Actionnaires :*

*Capital (%)*

- Allianz AG
- Varclays Plc
- Bandes Investment Partners, L.P
- Capital Research & Nanagement Inc
- Citigroup Inc.
- France Télécom
- Liberty Media Corp
- Massachusetts Financial Services
- Mellon Financial Corp.
- Morgan Stanley Dean Witter
- Putnam Investments
- State Street Corp.

Allemagne	4.2
Royaume-Uni	3.7
États-Unis	1.7
États-Unis	3
États-Unis	2.3
France	10
États-Unis	21
États-Unis	2.3
États-Unis	1.9
États-Unis	2.9
États-Unis	2.7
États-Unis	2

**Employés:**

80 000

### *Concurrents :*

- Acterna Corp
- ADC Telecom. Inc.
- Adelphia Communications Corp
- Airtouch Communications Inc.
- Alltel Corp.
- American Tower Corp
- Ameritech Corp.
- Ascend Communications Inc.
- AT&T Corp
- Avaya Inc
- Avici
- Bell Atlantic Corp.
- Bellsouth Corp
- Broadwing Inc
- Cablevision Systems Corp
- Ciena Corp
- Cingular Vireless
- Comsat Corp
- Comverse Technology, Inc
- Concert
- Crown Casthe International Corp
- EchoStar Communications Corp

- General Instruments
- Genuity Inc
- GTE Corp.
- IDT Corp
- Iridium LLC.
- Loral Spacecom
- Lucent Technologies Co.
- Lufkin-Conroe
- McLeodUSA Inc
- MediaOne Group Inc.
- Metromedia Fiber Network, Inc
- Motorola, inc.
- Nextel Communications Inc.
- Ntelos Inc
- NTL Inc.
- O. Tel. O Comm.
- On Command Corp
- Openwave Systems Inc
- PanAmSat Corp
- Price communications International Inc.
- Prodigy Communications

- Qualcomm
- Qwest Communications International Inc.
- SureWest Communications
- Telecom TCI Group
- Teligent
- Tellavs Inc.
- United Global Com Inc
- United States Cellular
- US West Inc.
- UUNet
- VarTec Telecom, Inc
- Verizon Communications
- Worldcom Inc.
- XO Communications, Inc
- Reltec Corp.
- SBC Communications Inc
- SpectraSite Holdings, Inc

## France Télécom

France

### *Actionnaires :*

- Employés
- État
- France Télécom
- Vodafone Group.

*Capital (%)*

	3.4
	55.5
France	4.2
Royaume-Uni	4.3

### *Filiales :*

- Alapage
- BPL
- Bull
- Catalana
- Cellis
- Côte d'Ivoire Telecom
- CTE
- Duchtone
- Easy Link
- Equant NV
- FRC Vietnam
- France Télécom
- Getesa
- Globtel
- Intelig
- Ivoiris-SIM
- Jordan Investment
- Telecommunications Co.
- Menatel
- MetroHoldings
- Mobilcom AG
- Mobilix
- MobilRom
- Mobistar
- Multilink
- Noos
- Novis
- NTL Inc.
- One Connect
- Optimus
- Orange
- PTK Centertel
- Rapid Link

*Capital (%)*

France	100
Inde	26
France	16.9
Espagne	75
Liban	67
Côte d'Ivoire	51
El Salvador	51
Pays-Bas	80
Chine	67
Pays-Bas	100
Vietnam	74
France	4.2
Guinée	40
Slovaquie	35
Brésil	25
Côte d'Ivoire	100
Jordanie	88
Égypte	44
Royaume-Uni	25
Allemagne	28.5
Danemark	100
Roumanie	67.8
Belgique	50.8
Suisse	50
France	27
Portugal	43.3
États-Unis	28
Autriche	
Portugal	20
France	85
Pologne	34
Chine	67

- SCM
- SMM
- Socatel
- Sodeltel
- Sonatel
- Sprint Corp.
- ST Microelectronics NV
- Telecom Argentina STET
- Telecom Plus
- Telekomunikacja Polska
- Telma (Telecom Malagasy)
- TelMex (Telefonos de Mexico)
- TIT
- Uni2
- Vista
- Voxtel
- Wanadoo SA
- Wind

Cameroun	100
Madagascar	65.9
Rép. Centrafricaine	40
Liban	40
Sénégal	42.3
États-Unis	10
Suisse	12.7
Argentine	27.5
Île Maurice	26
Pologne	47.5
Madagascar	34
Mexique	7.1
Tchad	43
Espagne	100
Votswana	51
Moldavie	55
France	73.2
Italie	26.6

**Employés:** 206 184

***Concurrents :***

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 9 Telecom</li> <li>➤ Alcatel SA</li> <li>➤ Avenir Telecom</li> <li>➤ Bouygues Télécom</li> <li>➤ Cegetel</li> <li>➤ Cofira</li> <li>➤ Eutelsat SA</li> <li>➤ Generale de Videocomm</li> <li>➤ Genesys SA</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Iris</li> <li>➤ LDCom Networks</li> <li>➤ Matra Nortel Communications Distribution</li> <li>➤ Nexans SA</li> <li>➤ Noos</li> <li>➤ RWE-GdE</li> <li>➤ Telecom Developpement</li> <li>➤ Vivendi Universal</li> </ul> |
|--|--|



## NTT (Nippon Telegraph & Telephone Corp.) Japon

### *Actionnaires :*

➤ État

*Capital (%)*

66

### *Filiales :*

➤ AT&T Wireless Services, Inc

États-Unis

16

➤ NTT Data

Japon

54

➤ NTT DoCoMo

Japon

67

**Employés:**

215 200

### *Concurrents :*

➤ Japan Telecom Co. Ltd.

➤ J-Phone

➤ KDDI Corp.

➤ Uniden Corp

## Telenor ASA

Norvège

### *Actionnaires :*

*Capital (%)*

➤ État

80

### *Filiales :*

*Capital (%)*

➤ Vimpel Communications

Russie

26

Employés:

20 150

### *Concurrents :*

➤ Enitel

➤ Nera ASA

KPN

Pays-Bas

*Filiales :*

*Capital (%)*

➤ KPNQWest

Pays-Bas

50

Employés:

38 550

*Concurrents :*

- ClearWave NV
- Dughtone
- Equant NV
- Libertel NV
- Telfort BV
- Unisource N.V.
- United Pan-Europe Communications NV
- VersaTel Telecom International N.V



# References

- Abel, J. *The Performance of the State Telecommunications Industry Under Price-cap Regulation : An Assessement of Empirical Evidence*, National Regulatory Research Institute report, 2000# 00-14.
- Acton and Vogelsang. "Introduction" to *Price Caps Symposium*, Rand Journal of Economics, Vol. 20, No. 3, pp. 369-72, 1989.
- Ai, Chunrong, et Sappington, David E. M. . *The Impact of Incentive Regulation on the U.S. Telecommunications Industry*, Journal of Regulatory Economics ; 22 :2 133-160. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- Alexander, Ian et Irwin, Timothy. *Price Caps, Rate-of-Return Regulation , Risk and the Cost of Capital*, Public policy for The Private Sector. Note N<sup>o</sup> 87, The World Bank, 1996.
- Andrei, Shleifer. *A Theory of Yardstick Competition*, Rand Journal of Economics 16(3) : 319-27, 1985.
- Armstrong, Mark ; Simon Cowan et John Vickers. *Optimal Regulatory Lag under Price cap Regulation*, Revista Española de Economía, 1996, 93-116.
- Auriol, E., et J.-J. Laffont. *Regulation by Duopoly*, Journal of Economics and Management Strategy, 1992, 1 :507-533
- Averch, H., Johnson, L. *Behavior of the firm under regulatory constraint*,. American Economic Review 52, 1052-1069, 1962.

- Baumol, William J. et A. K. Klevorick. *Input Choices and Rate of Return Regulation : An Overview of the Discussion*. Bell Journal of economics 26 :1-19, 1970.
- Beesley, M. E et Littlechild, S. C. *The regulation of Privatized Monopolies in the United Kingdom*, Rand Journal of Economics, Autumn 1989, 20, 454-72.
- Biglaiser, Gary et Ma, Ching-To Albert. *Investment Incentives of a Regulated Dominant Firm*, Journal of Regulatory Economics, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Boylaund, O. et G. Nicoletti. *Le Secteur des Télécommunications : Réglementation, structure du marché et performance*, Revue économique de l'OCDE, n°32, Paris, 2001.
- Boylaund, O. et G. Nicoletti. *Regulation, market structure and performance in telecommunications*, OCDE, Département des affaires économiques, Document de travail, n°237, Paris, 2000.
- Bracutigam, R.R. et J. C. Panzar. *Effets of the Change from Rate of Return to Price Cap Regulation*, American Economic Review, Paper and proceedings, vol. 83, n°2, 1993, pp. 191-198.
- Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, janvier, mai 2000.
- Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, août, novembre 1997
- Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, février 1997.
- Bulletin de technologie de l'information et des télécommunications, décembre 1996.
- Calvin, S., Monson et Jeffrey H., Rohlfs. *The \$20 Billion Impact of Local Competition in Telecommunications*, Bethesda, Maryland : Strategic Policy Research, Inc, United States Telephone Association, July 16, 1993.
- Cambini, Carlo et Valletti, Tommaso. *Investment and Network Competition*, Centre for Economic and Policy Research, 2003.
- Carlton, Dennis W., et Perloff, Jeffrey M. *Modern Industrial Organization*, (Glenview, Ill. : Scott, Foresman and Company), 1990, p. 804.

- Carrington, Roger ; Coelli, Tim, et Groom, Eric. *International benchmarking for Monopoly Price Regulation : The Case of Australian Gaz Distribution*, Journal of Regulatory Economics ; 21 :2 191-216. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- Courville, L, *Regulation and Efficiency in the Electric Utility Industry*, Bell Journal of Economics, 1974.
- Czarnitzki, Dirk et Kraft, Kornelius. *An Empirical test of the asymmetric Models on innovative activity : Who invest More into R&D the incumbent or the challenger ?*, forthcoming in Small Business Economics, 2000.
- Dalen, Dag, Morten, . *Yardstick Competition and Investment Incentives*, Journal of Economics and Management Strategy, Vol 7, number1 Spring 1998, 105-126.
- Depoorter, Ben. *Encyclopedia of Law and Economics*, (eds.), B. Bouckaert and G. De Geest. Cheltenham, Edward Elgar, 1999.
- Didier, Michel et Lorenzi, Jean-Hervé. *Enjeux économiques de l'UMTS*, ISBN :2-11-005014-4, Paris, 2002.
- Dixit, A., and R. Pindyck. *Investment under Uncertainty*, Princeton, NJ : Princeton University Press, 1994.
- Fink, Carsten ; Mattoo, Aaditya and Rathindran, Randeep. *An Assessment of Telecommunications Reform in Developing Countries*, World Bank Policy Research Working Paper 2909, October 2002
- Fisher, F. *The stability of the Cournot oligopoly Solution : the Effects of the Speed of adjustment and Increasing Marginal Cost*, Review of Economic Studies, 1961, 28 : 125-135.
- Gilbert, Richard J and Newbery, David M G. *Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly*, American Economic Review, Vol. 72 (3), 1982, pp. 514-26.
- Greene, W. H. *Econometric Analysis*, (third edition), New York : Macmillan Publishing Co, 1997.

- Greenstein, Shane M. ; McMaster, Susan et Spiller, Pablo. *The Effect of Incentive Regulation on Infrastructure Modernization : Local Exchange Companies Deployment of Digital*, Journal of Economics and Management Strategy, 4 :2, 187-236, Summer 1995.
- Greenstein, Shane, M et Spiller, Pablo, T. *Estimating the Welfare Effects of Digital Infrastructure*, NBER Working Paper, No : w5770, Septembre 1996.
- Greenwald, Bruce C. *Rate Base Selection and the Structure of Regulation*, Volume 15, No. 1, : pp. 85-95, Spring 1984.
- Guasch, J. L. and Spiller P. T. Regulation and Private sector Developpement in Latin America, Washington : the world Bank internal document, november, 1994.
- Hahn, F. *The Stability of the Cournot Oligopoly Solution Concept*, Review of Economic Studies, 1962, 29 : 239-331.
- Haring, John et Evan, Kwerel. *Competition Policy in the Post-Equal Access Market*, OPP Working Paper Series, Federal Communications Commission, Office of Plans and Policy, Washington, DC, February 1987, p.8.
- Johnson, Averch. *Behavior of the firm under regulatory constraint*,. American Economic Review 52, 10521069, 1962.
- Joskow, Paul, L., Pricing Decisions of Regulated Firms : A Behavioral Approach, Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 4, No. 1 , pp. 118-140, 1973.
- Kelly, Tracey, Elizabeth. *Productivity of the Regional Bell Operating Companies Under Rate-of-Return and Price-Cap Regulation*, Virginia Polytechnic Institute and state University, 1997.
- Kip, Viscusi ; Vernon, John, M , et Harrington, Joseph, E. *Economics of Regulation and Antitrust*, Cambridge, Mass. : MIT Press, 1995.
- Kridel, D., Sappington, D. et Weisman, D. *The effect of incentive Regulation in the Telecommunications Industry*. Journal of Regulatory Economics, 1996, 9 :3 269-306.



- Laffont, Jean-Jacques. ; Tirole, Jean. *Competition in Telecommunications*, Munich Lectures in Economics, Cambridge, Mass. MIT Press, 2000.
- Laffont, Jean-Jacques. ; Tirole, Jean. *A theory of Incentives in procurement and Regulation*, Cambridge, Mass. MIT Press, 1993.
- Levine, Paul, L. et Rickman, Neil. *Price Regulation, Investment and the Commitment Problem*, 2002.
- Lieberman, Marvin. *Excess Capacity as a Barrier to Entry : an Empirical Appraisal*, *The Journal of Industrial Economics*, XXXV :4, 607-627, June,1987b.
- Littlechild, Stephen. *Regulation of British Telecommunications, Profitability*. London : HMSO, 1983
- Mark, Norris. *Understanding Networking Technology : Concepts, Terms, and Trends*, Artech House Telecommunications Library, Boston Artech House, Inc., 1999.
- Matyas, L. et Sevestre, P. *The Econometrics of Panel Data : A Handbook of Theory and Applications*, Kluwer Academic Publishers,1996.
- Montgomery, C.A.et Singh, H. *Diversification strategy, accounting determined risk, and accounting determined return*, *Strategic Management Journal*, 1984, 5 : 181-191.
- Newbery, Gilbert. *Premptive Patenting and the Persistence of Monopoly*, *American Economic Review*, 1982, 72 : 514-526.
- Posner, Richard A., A. *Statistical Study of Antitrust Enforcement*, *Journal of Law & Economics*, 1970, Vol. 13 (2) pp. 365-419.
- Prieger, James, E. . *Telecommunications Regulation and New Services : A Case Study at the State Level*, *Journal of Regulatory Economics*; 20 :3 285-305. Kluwer Academic Publishers, 2001.
- Reinganum, Jennifer F. *A Two-Stage Model of Research and Development With Endogenous Second Mover Advantages*, Working Papers 479, California Institute of Technology, Division of the Humanities and Social Sciences, 1983.

- Röller, Lars-Hendrik et Tombak, Mihkel M. *Competition and Investment in Flexible Technologies*. In : *Management Science*, 39 (No. 1/January), 1993, pp. 107-115.
- Rohlfs, Jeffrey H. et Shooshan, Harry M. III. *Will Price Caps Correct Major Economic Flaws in the Current Regulatory Process ?*, Twentieth Annual Williamsburg Conference, December 6, 1988, p. 4.
- Röller, Lars-Hendrik et Waverman, Len. *Telecommunications Infrastructure and Economic Development : A Simultaneous Approach*. *American Economic Review*, Vol. 91(4, September), 2001, p.909-923.
- Sappington, David E. M. *Price Regulation and incentives*, *Handbook of Telecommunications Economics*, édité par Martin Cave, Sumit Majumdar and Ingo Vogelsang, North-Holland/Elsevier Publishing, 2002.
- Sappington, David E. M. et Ai, Chunrong. *The Impact of Incentive Regulation on the U.S. Telecommunications Industry*, *Journal of Regulatory Economics*; 22 :2 133-160. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- Scherer, F.M. *Innovation and Growth : Schumpeterian Perspectives*, Cambridge, MA, MIT Press, 1984.
- Seade, J. *The Stability of the Cournot Revisited*, *Journal of Economic Theory*, 1980, 23 :15-27.
- Spann. *Rate of Return Regulation and Efficiency in Production : An Empirical Test of the Averch-Johnson Thesis*, *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 5, No. 1, 1974, pp. 38-52.
- Spence, M. *Monopoly, Quality and Regulation*, *Bell Journal of Economics*, 1975, 6 :417-429.
- Tanenbaum, A. *Computer Networks*, 3rd ed. Prentice Hall, 1996.
- Tardiff, T. W et Taylor. *Telephone Compagny Performance under Alternative Forms of Regulation in U.S*, National Economic Research Associates mimeo, 1993.

- Tirole, Jean. *The Theory of Industrial Organisation*, Cambridge, Mass : MIT Press, 2000.  
Chapitre 8.
- Tirole, Jean. *The Theory of Industrial Organization*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1988.
- Umino, Atshumi. *Broadband Infrastructure Deployment : The Role of Government Assistance*, OCDE, DSTI/DOC(2002)15.
- Vickers, John et Yarrow, George. *Economic Perspectives on Privatization*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 5 (2) pp. 111-32, 1991.
- Wallsten, Scott. *An Econometric Analysis of Telecom Competition, Privatization, and Regulation in Africa and Latin America*, Journal of Industrial Economics, 49 :1, 2001a, pp. 1-20.
- Wallsten, Scott. *Telecommunications Investment and Traffic in Developing Countries : The Effects of International Settlement Rate Reforms*, Journal of Regulatory Economics, 20 :3, 2001b, pp. 307-23.
- William, Fellner. *The Influence of Market Structure on Technological Progress*, The Quarterly Journal of Economics, 65(4), 1951, 556-577.
- Woroch, Glenn A. *Local Network Competition*, Handbook of Telecommunications Economics, Martin Cave, Sumit Majumdar and Ingo Vogelsang, editors, North-Holland/Elsevier Publishing, 2002
- Woroch, Glenn A. *Competitions effect on investment in digital infrastructure*, discussion paper, University of California - Berkeley, 2000.
- Woroch Glenn A. *Facilities Competition and Local Network Investment : Theory, Evidence and Policy Implications*, presented at the Fourth Annual Conference of the Consortium for Research on Telecommunications Policy, University of Michigan-Ann Arbor, June 1998.

Woroch G. *Investment in Local Network Infrastructure by Incumbents and Entrants*, presented at the Fourth Annual Conference of the Consortium for Research on Telecommunications Policy, University of Michigan-Ann Arbor, June 1998.

Conseil d'analyse économique, la documentation française, Paris 2000

DT rapport annuel 2001, <http://www.telekom3.de>

FCC (Federal Communications Commission ), '*Local Exchange Competition Under The 1996 Telecom Act*', 1997, <http://www.fcc.gov>

Fond Monétaire International : <http://www.imf.org>

Idate fax n°111 - 16 juillet 1999, <http://www.idate.org>

Rapport du Sénat français, 2002

Union International de Télécommunications, 3rd World Telecommunication/ICT Indicators Meeting, Telecommunication Development Bureau, Telecommunication Statistics and Data Unit, Geneva, 15 - 17 January 2003.

UIT (Union Internationale des Télécommunications). *Réinventer les télécommunications : Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde 2002*, page 18.

UIT : Document 1/187 (Rev.1)-E, septembre 2001.

OCDE, *principaux indicateurs économiques*, Janvier 2003.

World Development Indicators, Banque Mondiale, 2003 : <http://publications.worldbank.org/WDI/>

<http://finance.yahoo.com>

<http://www.gildertech.com>

<http://www.IDATE.org>

<http://www.CRTC.com>

Glossaire des télécommunications : <http://www.forumtelecom.org>

<http://www.telegeography.com>